

2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Botani Tanaman Cabai

Cabai merupakan tanaman hortikultura yang dapat diklasifikasikan kedalam kingdom *Plantae*, divisi *Magnoliophyta*, kelas *Magnoliopsida*, Ordo *Solanales*, famili *Solanaceae*, genus *Capsicum*, dan spesies *Capsicum annuum* L. Kelompok spesies cabai yang umum dibudidayakan masyarakat antara lain: cabai besar/*Capsicum annuum*, cabai kecil/*Capsicum frutescens*, *Capsicum chinense*, *Capsicum baccatum*, dan *Capsicum pubescens* (Bosland dan Votava 1999). Perbedaan spesies cabai yang dibudidayakan dikarenakan terdapat perbedaan morfologi tanaman dan ketidakcocokan tanaman melakukan persilangan satu sama lain. Cabai merupakan tanaman diploid yang umumnya memiliki jumlah kromosom $2n = 2x = 24$, namun beberapa spesies liar (*wild type*) memiliki jumlah kromosom $2n = 2x = 26$ (Bosland dan Votava 1999).

Tanaman cabai merupakan tanaman berbentuk perdu yang tumbuh pada wilayah temperate, namun dapat menjadi tanaman tahunan pada wilayah tropis (OECD 2006). Tanaman cabai dapat ditanam secara langsung dilahan maupun ditanam didalam pot di rumah kaca. Tinggi tanaman cabai antara 0,5 sampai 1,5 meter. Sistem perakaran tanaman cabai termasuk dangkal dan memiliki akar tunggang sebagai akar primer (Prajnanta 2007). Akar tunggang ditumbuhi rambut akar ke samping yang disebut akar lateral/akar sekunder. Panjang akar primer tanaman cabai 35-50 cm dan akar lateral sekitar 35-45 cm (Rubatzky dan Yamaguchi 1999). Akar lateral cepat berkembang di dalam tanah dan menyebar pada kedalaman 10-15 cm (Messiaen 1992).

Batang utama tanaman cabai berkayu dan tegak lurus serta memiliki banyak percabangan. Pembentukan kayu pada batang utama mulai terjadi pada umur 30 hari setelah tanam (HST). Pada setiap ketiak daun akan tumbuh tunas baru yang dimulai pada umur 10 HST. Tipe percabangan tegak atau menyebar tergantung spesiesnya (Rubatzky dan Yamaguchi 1999). Daun tanaman cabai tumbuh pada batang utama tersusun secara spiral sedangkan pada tunas samping berurutan (Kusandriani 1996). Daun tanaman cabai tergolong dalam daun tunggal yang mempunyai tangkai daun dengan helai daun berbentuk *ovate* atau *lanceolate* dan agak kaku. Variasi bentuk daun cabai berdasarkan jenisnya berbeda-beda, ada daun yang berbentuk lancip hingga berbentuk bulat telur dengan ujung daun yang lancip dan tepinya yang rata. Daunnya relatif halus berupa daun tunggal dan tipis. Warna daun cabai bervariasi, dari mulai hijau, hijau tua, sampai hijau keunguan (Rubatzky dan Yamaguchi 1999).

Bunga tanaman cabai merupakan bunga sempurna yang berdiri tegak atau berkelompok pada ketiak daun, mahkota bunga berwarna putih dan mempunyai lima benang sari serta sebuah putik yang dapat melakukan penyerbukan sendiri atau penyerbukan silang. Bunga cabai berbentuk seperti lonceng dan hermaprodit. Diameter bunga cabai berkisar antara 9 – 15 mm dengan 5 – 6 helai mahkota dan 5 – 8 benang sari yang berwarna putih atau ungu. Putik tanaman cabai berada di tengah – tengah dan tertutup oleh benang sari dengan panjang 3.5 – 6.6 mm. Namun, dijumpai juga putik lebih panjang dari pada benang sari. Bunga cabai



memiliki 3 orientasi arah tumbuh yang berbeda, yaitu ke bawah, intermediate, dan tegak ke atas (Bosland dan Votava 1999).

Tanaman cabai mulai berbunga pada bagian aksilar buku percabangan utama yang kemudian terbentuk bunga pada setiap buku berikutnya. Jumlah bunga dalam satu buku yang berbeda pada *Capsicum* dapat digunakan sebagai salah satu pembeda antar spesies *Capsicum* (OECD 2006). Pembungan pada tanaman cabai pada umur 1 sampai 2 bulan setelah tanam (Rubatzky dan Yamaguchi 1999). Hanya satu bunga yang dihasilkan pada setiap buku, namun beberapa spesies *Capsicum* memiliki bunga yang tumbuh bergerombol (lebih dari satu) dalam satu buku. Bunga dapat terbentuk ketika suhu malam mencapai lebih dari 24°C. Pembentukan bunga maksimum memerlukan suhu siang dan malam antara 16°C dan 21°C (Setyawati *et al.* 2014). Bunga akan mekar (*anthesis*) pada saat 3 jam pertama setelah matahari terbit selama 2-3 hari. Anther akan pecah pada 1-10 jam setelah bunga *anthesis*. Setiap anther tunggal mengandung sekitar 11 000 – 18 000 butir pollen. Bunga cabai menghasilkan nektar sehingga sering dikunjungi oleh lebah.

Sebagian besar spesies *Capsicum annuum* L. bersifat menyerbuk sendiri (*self pollination*) tetapi penyerbukan silang (*cross pollination*) secara alami dapat terjadi dengan bantuan lebah dengan persentase persilangan berkisar 7,6 – 36,8% (Eltanti 2015). Posisi putik terhadap stamen mempengaruhi tingkat kejadian penyerbukan silang pada cabai. Pada saat bunga mekar, kotak sari masak dalam waktu yang relatif singkat, kemudian tepung sari keluar dan mencapai kepala putik melalui perantara serangga atau angin (Wiryanta 2003).

Bentuk dan warna buah cabai bervariasi bergantung pada spesies cabai (Santos *et al.* 2014). Bentuk buah cabai, mulai dari pendek, panjang, bulat, oval, sampai keriting. Warna buah cabai sangat bervariasi, yaitu: hijau, kuning, atau bahkan ungu ketika muda dan kemudian berubah menjadi merah, jingga, atau campuran bersamaan dengan meningkatnya umur buah (Rubatzky dan Yamaguchi 1999). Buah cabai merupakan buah tunggal yang tumbuh pada buku, namun juga terdapat buah yang lebih dari satu (*fasciculate*) tumbuh dalam satu buku (Kusandriani dan Permadi 1996). Arah tumbuh buah cabai juga bervariasi antar kultivar, ada yang ke bawah, menyamping, dan ke atas. Biji tanaman cabai melekat di sepanjang plasenta (Kusandriani 1996). Secara umum kultivar *Capsicum annuum* memiliki biji berbentuk pipih, berwarna kuning pucat, bulat telur dan berdiameter 3–5 mm (Rubatzky dan Yamaguchi 1999).

2.2 Syarat Pertumbuhan Tanaman Cabai

Daya adaptasi tanaman cabai pada umumnya sangatlah luas. Tanaman cabai dapat tumbuh di dataran rendah sampai dataran tinggi, baik di lahan sawah maupun lahan kering. Cabai dapat beradaptasi dengan baik pada temperatur 24°C - 27°C dengan kelembaban yang cenderung rendah. Cabai dapat tumbuh baik dengan curah hujan 600-1.200 mm per tahun, dan pada daerah yang bukan menjadi daerah endemik layu fusarium dan layu bakteri (Eltanti 2015). Budidaya cabai rawit secara umum tidak berbeda nyata dengan budidaya cabai merah. Namun yang harus diperhatikan adalah jarak tanam dan pemupukannya. Karena umurnya yang panjang, pemupukannya lebih banyak. Umumnya tanaman cabai rawit lebih tahan terhadap penyakit dibanding cabai yang lainnya (Setiawati 2005). Tanaman cabai

dapat tumbuh pada berbagai jenis tanah, asalkan mempunyai drainase dan aerasi yang baik. Tanah yang paling ideal untuk tanaman cabai adalah yang mengandung bahan organik sekurang-kurangnya 1.5%.

Keasaman tanah yang optimal untuk pertumbuhan cabai yaitu pH 5,5 - 6,8. Keadaan pH tanah sangat penting karena erat kaitannya dengan ketersediaan unsur hara. Apabila ditanam pada tanah yang mempunyai pH lebih dari tujuh, tanaman cabai akan menunjukkan gejala klorosis, yakni tanaman kerdil dan daun menguning yang disebabkan kekurangan unsur hara besi (Fe). Sebaliknya, pada tanah yang mempunyai pH kurang dari lima, tanaman cabai juga akan kerdil, karena kekurangan unsur hara kalsium (Ca) dan magnesium (Mg) atau keracunan aluminium (Al) dan mangan (Mn) (Schmidt 2016).

2.3 Pemuliaan Tanaman Cabai

Pemuliaan tanaman adalah perpaduan antara ilmu dan seni serta teknologi dalam merakit suatu varietas tanaman baru demi kepentingan manusia yang lebih bermanfaat (Syukur *et al.* 2018). Program pemuliaan tanaman merupakan program yang menghasilkan varietas unggul dengan sifat dan karakter tanaman yang lebih baik dari varietas sebelumnya. Kegiatan – kegiatan pemuliaan tanaman terdiri dari pembentukan populasi genetik (hibridisasi, mutasi, variasi somaklonal, transformasi gen), seleksi (seleksi massa, seleksi *pedigree*, dan seleksi berulang), dan pengujian (uji daya hasil, uji BUSS, dan multilokasi). Metode pemuliaan suatu tanaman berbeda antara satu tanaman dengan tanaman lainnya. Sleper dan Poehlman (2006) membagi metode pemuliaan tanaman menjadi metode pemuliaan tanaman menyerbuk sendiri, pemuliaan tanaman menyerbuk silang, pemuliaan tanaman yang diperbanyak secara vegetatif, dan pemuliaan varietas hibrida.

Cabai merupakan tanaman menyerbuk sendiri karena persentase penyerbukan sendiri pada cabai sangat tinggi. Tingginya persentase penyerbukan sendiri pada tanaman cabai dapat terjadi karena cabai memiliki bunga hermaphrodit yang *self-compatible*. Struktur bunga yang hermaphrodit dan *self-compatible* sangat berperan dalam tingginya tingkat penyerbukan sendiri pada suatu tanaman (Hosana *et al.* 2015). Oleh karena itu, metode pemuliaan tanaman cabai umumnya mengikuti metode pemuliaan tanaman pada tanaman menyerbuk sendiri, seperti pada tanaman padi dan kedelai. Tanaman menyerbuk sendiri umumnya adalah tanaman yang memiliki tingkat penyerbukan silang alami yang rendah, yaitu 4 – 5% (Sleper dan Poehlman 2006).

Pemuliaan tanaman cabai, pada awalnya diarahkan untuk merakit varietas cabai berdaya hasil tinggi. Namun, pada saat ini pemuliaan tanaman cabai diarahkan untuk merakit varietas cabai yang selain berdaya hasil tinggi juga memiliki penampilan yang baik dan tahan terhadap serangan hama dan penyakit. Varietas cabai yang dihasilkan di Indonesia didominasi oleh varietas hibrida bukan varietas galur murni. Sebanyak 80% varietas cabai yang dilepas di Indonesia merupakan cabai hibrida. Salah satu penyebabnya diduga karena varietas – varietas tersebut dapat memiliki nilai heterosis yang tinggi. Nilai heterosis pada hasil persilangan dialel tanaman cabai dapat mencapai 63% dan nilai heterobeltiosisnya dapat mencapai 44 % (Sujiprihati *et al.* 2007). Mantri (2006) menyatakan bahwa nilai heterosis pada cabai dapat mencapai lebih dari 100%. Nilai heterosis yang



tinggi pada cabai diduga karena tanaman cabai ternyata memiliki kemampuan untuk melakukan penyerbukan silang secara alami yang cukup tinggi.

Pemuliaan tanaman cabai pada umumnya memiliki beberapa tujuan antara lain sebagai berikut. a) Untuk perbaikan daya hasil dan kualitas hasil. Daya hasil merupakan sifat kuantitatif dan dikendalikan oleh banyak gen, sehingga perbaikan daya hasil dan sifat-sifat kuantitatif memerlukan waktu yang lama. b) Perbaikan daya resistensi terhadap hama dan penyakit tanaman. Sasaran dalam perbaikan daya resistensi terhadap penyakit cabai terutama resisten terhadap penyakit antraknosa. c) Perbaikan sifat-sifat hortikultura. Tujuan perbaikan sifat-sifat hortikultura pada tanaman cabai dengan melihat peubah dari tanaman cabai yang dikehendaki misalnya bentuk percabangan, penampilan buah, kualitas kulit buah, warna buah dan sifat hortikultura yang lain. d) Perbaikan terhadap kemampuan mengatasi cekaman lingkungan, antara lain curah hujan, suhu udara dan tingkat salinitas yang tinggi (Syukur *et al.* 2012).

2.4 Capsaicin

Tumbuhan secara umum berfotosintesis dengan menghasilkan senyawa gula dan berbagai kandungan metabolit primer. Tumbuhan tidak hanya melakukan metabolisme primer, tetapi juga melakukan metabolisme sekunder menggunakan jalur metabolisme tertentu, yang akan menghasilkan pembentukan senyawa kimia khusus yang disebut metabolit sekunder (Böttger 2018). Produk metabolit sekunder yang terdapat pada buah cabai salah satunya adalah capsaicin.

Capsaicin merupakan kelompok senyawa yang bertanggung jawab terhadap rasa pedas dari cabai (Sukrasmo *et al.* 1997). Capsaicin tidak dapat larut dalam air tetapi larut dalam lemak dan mudah rusak oleh proses oksidasi. Capsaicin memiliki rumus molekul $C_{18}H_{27}NO_3$ dengan nama IUPAC *8-methyl-N-vanillyl-6-nonenamide*, terdiri dari unit vanillamin dengan asam dekanat, yang mempunyai ikatan rangkap pada rantai lurus bagian asam (Sigit 2007).

Secara umum, cabai segar memiliki kandungan capsaicin sebanyak 0.1-1.0%. Capsaicin tersebut dapat ditemukan pada biji, kulit, dan daging buah cabai. Zat ini banyak digunakan sebagai biological pesticide dalam melawan serangga dan rodent. Sebagai pestisida, capsaicin digunakan di dalam ruangan (karpet dan *furniture*) dan juga di lahan buah dan sayur (Wiryanta 2003). Selain itu capsaicin digunakan dalam pembuatan gas air mata (Lingga 2012). Selain itu pengolahan capsaicin pada cabai mampu meningkatkan nilai jual tanaman cabai sehingga kesejahteraan masyarakat meningkat (Saing dan Reni 2018).

Tingkat kepedasan cabai diukur dari akumulasi kandungan capsaicin didalamnya. Derajat kepedasan cabai dinyatakan dalam ppm atau ppb. Di dalam dunia industri, ukuran standar untuk mengukur kekuatan cabai yaitu *Scoville Head Unit* (SHU). Capsaicin murni memiliki Scoville Unit 16 juta (Scoville 1912). Kandungan capsaicin pada cabai berbeda-beda bergantung pada cabai yang digunakan (Mubarokah *et al.* 2016). Kandungan capsaicin pada beberapa jenis cabai yang ada di Indonesia disajikan dalam Tabel 1. (Planeteria 2019)

Tabel 1 Kandungan capsaicin cabai

Nama	Origin	SHU
Cabai Merah Besar	<i>Capsicum annum</i>	5.000 - 30.000
Cabai Keriting	<i>Capsicum annum</i>	85.000 - 115.000
Cayenne	<i>Capsicum annum</i>	30.000 - 50.000

2.5 Pewarisan Capsaicin

Cabai merah relatif lebih pedas dibandingkan dengan cabai hijau. Cabai yang pedas memiliki kadar capsaicin yang lebih tinggi (Amaliah 2018; Othman *et al.* 2011), sedangkan cabai paprika relatif tidak pedas dengan kadar capsaicin yang rendah (Othman *et al.* 2011). Metode *in vitro* Elisitasi dapat menghasilkan produksi capsaicin dalam jumlah yang tinggi yaitu 1600 µg/g dengan menggunakan elisitor (Nuraeni dan Tina 2018). Terdapat hubungan korelasi positif antara derajat kepedasan cabe berdasarkan uji organoleptis dengan kadar capsaicin yang dikandungnya (Sumpena 2013). Rawit kalimantan memiliki kandungan capsaicin yang tinggi

Kandungan capsaicin pada *Capsicum chinense* dikendalikan oleh gen Pun1 (Stewart *et al.* 2007). Gen Pun1 menyandikan *putative acyltransferase* (Stewart *et al.* 2005). Sifat kepedasan pada cabai merupakan peran dari gen dominan tunggal yang terletak pada kromosom 2 (Guzman *et al.* 2011). Cabai *Capsicum chinense*, ekspresi capsaicin dikendalikan oleh banyak gen yang bersifat aditif (Ribeiro dan da Costa 1990). Pewarisan variasi kuantitatif kandungan capsaicinoid dipelajari dengan menggunakan metode analisis biometrik melalui berbagai kegiatan persilangan (Zewdie and Bosland 2000; Rostini *et al.* 2019). Jenis aksi gen yang terlibat dalam pewarisan capsaicin dapat berupa aksi gen epistasis, over dominan dan komplementer dominan. Hal ini disebabkan karena aksi gen dipengaruhi oleh kondisi lingkungan pada saat pengembangan buah cabai (Claver *et al.* 2007).

Kandungan capsaicin pada cabai diwariskan oleh tetua melalui propagasi benih dan persilangan secara buatan (Yagishita *et al.* 1985). Penambahan unsur nitrogen melalui pemupukan tanaman berpengaruh terhadap pertumbuhan dan hasil buah pada cabai akan tetapi tidak mengubah kandungan capsaicin pada cabai (Lara *et al.* 2008).

Penelitian terbaru berdasarkan analisis QTL, ditemukan lima kandidat gen yang mengendalikan kandungan capsaicin diantaranya: pAMT, C4H, 4CL, CSE, dan FatA (Koeun *et al.* 2018). Gen Fat A dapat ditemukan dari jalur asam lemak sedangkan gen pAMT, C4H, 4CL, dan CSE berasal dari jalur *fenilpropanoid*. Jalur *fenilpropanoid* pada tanaman berkaitan dengan biosintesis asam amino dan metabolit sekunder (Vogt 2010). Ekspresi gen dalam jalur *fenilpropanoid* ditemukan kaitannya dengan kandungan *capsaicinoid* dari cabai (Arce Rodriguez dan Ochoa Alejo 2017; Zhang *et al.* 2016).

2.6 Metode Persilangan Dialel

Metode silang dialel merupakan metode persilangan yang terdiri dari seluruh kemungkinan kombinasi persilangan dari beberapa genotipe yang digunakan (Pandey *et al.* 2012). Metode ini menggunakan genotipe yang berbeda luas secara genetik sehingga terjadi rekombinasi baru yang dituju, yaitu kultivar-kultivar dengan kombinasi gen terbaik. Rancangan persilangan dialel dibagi menjadi tiga tipe yaitu: (1) dialel penuh (*full diallel*), (2) separuh dialel (*half diallel*) dan (3) dialel sebagian (*partial diallel*). Analisis dialel memberikan informasi kendali genetik pada sifat kuantitatif, daya gabung umum (DGU) dan khusus (DGK) dari hibrida, heritabilitas dan heterosis (Rukundo *et al.* 2017). Metode ini digunakan untuk mengidentifikasi genotipe-genotipe tetua superior dalam jumlah besar atau juga mengidentifikasi dari sejumlah besar genotipe tetua yang mampu memberikan efek heterotik pada hibrida F₁-nya (Syukur *et al.* 2012).

Analisis dialel dapat dilakukan berdasarkan dua pendekatan yaitu Hayman dan Griffing. Pendekatan pertama memberikan informasi tentang parameter genetik tetua yang digunakan dalam persilangan, sedangkan pendekatan yang kedua memberikan informasi tentang daya gabung tetua dan hasil persilangannya. Berdasarkan pendekatan Griffing terdapat empat metode persilangan dialel, diantaranya 1) silang tunggal dengan resiprokal dan selfing (Metode I); 2) silang tunggal dengan selfing tanpa resiprokal (Metode II); 3) silang tunggal dengan resiprokal (Metode III) dan; 4) silang tunggal tanpa resiprokal dan tanpa selfing (Metode IV). Tetua silang tunggal merupakan individu yang diambil secara acak dari suatu populasi (Griffing 1956).

Hayman (1954) menyatakan bahwa pendugaan parameter genetik dalam analisis dialel dapat dilakukan pada F₁ dengan beberapa asumsi yang harus dipenuhi. Asumsi yang harus dipenuhi dalam menggunakan analisis dialel, diantaranya adanya segregasi diploid, tidak ada perbedaan antara persilangan resiprokalnya, tidak ada interaksi antara gen-gen yang tidak satu alel, tidak ada multialelisme, tetua homozigot dan gen-gen menyebar secara bebas diantara tetua (Singh dan Chaudhary 1979; Saleem *et al.* 2013). Tanaman cabai merupakan tanaman diploid sehingga menunjukkan bahwa cabai memiliki gen yang bersegregasi diploid dan memenuhi asumsi untuk dilaksanakan analisis dialel (Bisen *et al.* 2017).

2.7 Daya Gabung

Metode analisis dialel merupakan metode persilangan yang berguna untuk mengetahui parameter genetik dan kemampuan daya gabung tetua pada persilangan. Daya gabung merupakan ukuran kemampuan tetua apabila disilangkan dengan galur lain yang akan menghasilkan hibrida dengan penampilan superior (Zhang *et al.* 2017). Daya gabung merupakan konsep umum untuk mengklasifikasikan galur murni secara relatif menurut penampilan hibridanya (Mathey *et al.* 2017). Saputra *et al.* (2014) menyatakan bahwa pada dasarnya daya

gabung dibedakan menjadi dua macam yaitu Daya Gabung Umum/DGU (*General Combining Ability/GCA*) dan Daya Gabung Khusus/DGK (*Specific Combining Ability/SCA*).

Daya Gabung Umum merupakan simpangan dari nilai rata-rata seluruh populasi persilangan, sehingga daya gabung umum dapat bernilai positif maupun negatif. Nilai ini merupakan angka yang relatif terhadap nilai daya gabung umum yang lain. Apabila besaran nilai daya gabung umum tinggi maka galur tetua tersebut memiliki kemampuan bergabung dengan baik, sebaliknya jika besaran nilai rendah maka kemampuan bergabung galur tetua kurang baik. Daya gabung khusus merupakan gambaran suatu kombinasi persilangan yang memiliki penampilan terbaik dibanding rata-rata persilangan (Kaur *et al.* 2019).

Nilai daya gabung umum maupun daya gabung khusus dapat memberikan informasi tentang gen yang berperan dalam mengendalikan suatu sifat tertentu. Kaur *et al.* (2019) menyatakan bahwa daya gabung umum menentukan besaran peran gen aditif dari suatu variasi genetik yang dapat diduga melalui pengukuran hibridanya, sedangkan daya gabung khusus menentukan besaran peran gen non aditif yang ditunjukkan oleh adanya kombinasi persilangan yang menunjukkan keragaan yang jauh lebih baik atau lebih buruk dari nilai rata-rata hibrida yang dievaluasi.

Informasi genetik dari pengujian daya gabung umum ataupun daya gabung khusus berguna dalam menentukan individu yang akan dipilih sebagai tetua serta bagaimana metode pemuliaan tanaman yang tepat untuk perbaikan sifat tanaman (Zhang *et al.* 2017). Daya gabung umum merupakan hasil peran gen aditif, sedangkan daya gabung khusus merupakan hasil peran gen dominan dan epistasis (non aditif) (Amiruzzaman *et al.* 2013; Ofori *et al.* 2015). Pawar dan Aher (2016) mengemukakan bahwa tidak semua kombinasi galur murni akan menghasilkan hibrida yang superior. Oleh karena itu, galur-galur murni perlu diuji daya gabungnya guna menentukan kombinasi yang terbaik untuk produksi benih hibrida.



3 PEWARISAN SIFAT CAPSAICIN DAN KARAKTER KUANTITATIF PADA CABAI (*Capsicum annuum* L.)

Abstrak

Cabai (*Capsicum annuum* L.) merupakan tanaman hortikultura yang banyak dimanfaatkan utamanya dalam bahan baku olah pangan. Kebutuhan cabai yang meningkat tidak diimbangi dengan produktivitas cabai yang meningkat juga, oleh sebab itu kegiatan pemuliaan tanaman bertujuan untuk menjawab permasalahan yang ada. Tujuan penelitian ini adalah untuk memperoleh informasi pewarisan sifat kandungan capsaicin dan karakter kuantitatif pada cabai. Penelitian dilakukan di Kebun Percobaan Leuwikopo Departemen Agronomi dan Hortikultura IPB pada November 2019 sampai dengan Maret 2020. Rancangan yang digunakan adalah rancangan kelompok lengkap teracak (RKLT) faktor tunggal dengan 3 ulangan. Hasil menunjukkan bahwa terdapat aksi gen epistasis yang berperan dalam penampilan karakter yang dihasilkan dilihat dari nilai b (W_r , V_r). Kandungan capsaicin dalam penelitian ini dikendalikan oleh satu kelompok gen. Karakter kandungan capsaicin, diameter batang, panjang buah, diameter buah, jumlah buah pertanaman, dan bobot buah pertanaman menunjukkan bahwa peran aksi gen aditif mempengaruhi lebih besar.

Kata kunci: aksi gen, cabai, capsaicin, produktivitas

Abstract

Chili (*Capsicum annuum* L.) is a horticultural plant that is widely used mainly in raw materials for food processing. The increased need for chili is not matched by increased chili productivity as well, therefore plant breeding activities aim to address existing problems. The purpose of this study was to obtain information on the inheritance of capsaicin content and quantitative character in chili. The study was conducted at the Leuwikopo Experimental Garden Department of Agronomy and Horticulture IPB in November 2019 to March 2020. The design used was a single factor randomized complete block design (RCBD) with 3 replications. The results show that there is an epistasis gene action that plays a role in the appearance of the resulting character seen from the value of b (W_r , V_r). The content of capsaicin in this study is controlled by one group of genes. The characters of capsaicin content, stem diameter, fruit length, fruit diameter, number of planted fruit, and plant fruit weight indicate that the action of additive genes influences greater.

Keyword: capsaicin content, chili, gene action, productivity

3.1 Pendahuluan

Indonesia merupakan negara agraris yang terdiri dari beribu-ribu pulau yang memiliki tingkat kesuburan tanah yang tinggi. Banyak jenis tanaman hortikultura yang dapat dibudidayakan di Indonesia. Salah satu tanaman hortikultura yang dibudidayakan dan memiliki peranan yang penting dalam kehidupan masyarakat yaitu tanaman cabai (Suyanti 2007). Berbagai persoalan muncul dalam memenuhi besarnya kebutuhan tersebut, diantaranya disebabkan luas lahan yang semakin sempit akibat banyaknya alih fungsi lahan sehingga berpengaruh pada produktivitas tanaman cabai.

Produktivitas tanaman cabai dapat ditingkatkan dengan kegiatan pemuliaan konvensional hibridisasi buatan yang menghasilkan varietas hibrida. Varietas hibrida adalah generasi F_1 dari suatu persilangan sepasang atau lebih tetua (galur murni) yang mempunyai sifat unggul (Birchler 2016). Hasanuzzaman dan Golam (2011) menyatakan bahwa metode yang tepat untuk memperoleh mekanisme gen yang terlibat pada awal generasi yaitu metode analisis dialel. Metode *full dialel* dapat membentuk sebuah populasi kawin acak yang setimbang menurut keseimbangan Hardy-Weinberg. Hayman (1954) berpendapat bahwa metode analisis dialel juga dapat menduga interaksi gen, pengaruh dominansi dan aditif, distribusi gen dan dapat mengetahui nilai heritabilitas arti luas maupun arti sempit.

Penelitian pewarisan sifat kandungan capsaicin di Indonesia masih sangat jarang dilakukan. Oleh sebab itu, tujuan dari penelitian ini untuk memperoleh informasi pewarisan sifat kandungan capsaicin dan karakter kuantitatif lainnya tanaman cabai untuk membantu mengatasi permasalahan yang ada.

3.2 Metodologi Penelitian

3.2.1 Tempat dan Waktu

Percobaan ini dilakukan pada bulan November 2019 sampai Maret 2020 di Kebun Percobaan Leuwikopo, Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor.

3.2.2 Materi Genetik

Materi genetik yang digunakan dalam percobaan ini yaitu 6 tetua cabai galur murni (IPB C5, Bara, F074, Giant, Yuni, F9160291) dan 30 hibrid F_1 hasil kombinasi persilangan full dialel dari keenam tetua tersebut.

3.2.3 Metode Pelaksanaan

Tahap awal dilakukan penelitian ini yaitu pembentukan populasi tanaman cabai. Pembentukan populasi dilakukan di *greenhouse* perumahan IPB alam sinar sari. Pembentukan populasi dilakukan dengan cara melakukan hibridisasi dari 6 tetua sehingga diperoleh 30 kombinasi persilangan. Setelah didapatkan biji hasil

persilangan, kemudian biji ditanam serentak di kebun percobaan Leuwikopo, Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, IPB.

Kegiatan percobaan diawali dengan kegiatan penyemaian. Pemupukan dilakukan setelah bibit berumur 2 minggu setelah semai menggunakan pupuk *NPK* 15:15:15 (10 g L⁻¹ air). Penanaman dilakukan setelah bibit cabai berumur 30 hari setelah semai. Bedengan berukuran 1 m × 5 m dengan jarak antar bedengan 50 cm. Bedengan ditutup dengan mulsa plastik hitam perak dan dibuat lubang tanam dengan jarak 50 cm x 50 cm.

Kegiatan pemeliharaan yang dilakukan, yaitu penyiraman pada pagi dan sore hari, pemupukan dilakukan setiap satu minggu sekali menggunakan pupuk *NPK* 15:15:15 (10 g L⁻¹ air) sebanyak 250 mL per tanaman, penyemprotan pestisida dilakukan 2 minggu sekali menggunakan fungisida berbahan aktif *Mankozeb* (2 g L⁻¹) dan insektisida berbahan aktif *Prefonofos* (2 mL L⁻¹). Pemanenan dilakukan saat cabai telah mencapai tingkat kematangan 75% yang dilakukan setiap minggu selama 8 minggu.

3.2.4 Pengamatan

Pengamatan yang akan dilakukan pada percobaan mengacu pada *Descriptors for Capsicum* (IPGRI 1995) meliputi:

1. Umur berbunga (HST), jumlah hari setelah tanam sampai 50% populasi tanaman setiap bedengan berbunga.
2. Umur panen (HST), 50% tanaman di dalam petak telah mempunyai buah masak pada percabangan pertama.
3. Panjang daun (cm), pengukuran dilakukan terhadap 10 daun dewasa pada percabangan ketiga setelah dikotomus.
4. Lebar daun (cm), pengukuran dilakukan terhadap 10 daun dewasa pada percabangan ketiga setelah dikotomus.
5. Tinggi tanaman (cm), diukur dari pangkal batang sampai titik tumbuh tertinggi, diukur pada panen kedua hingga keempat.
6. Tinggi dikotomus (cm), diukur dari pangkal batang sampai titik percabangan pertama, diukur pada panen kedua hingga keempat.
7. Lebar tajuk (cm), diukur tajuk terlebar pada tanaman cabai, diukur pada panen kedua hingga keempat.
8. Diameter batang (mm), diukur 5 cm dari permukaan tanah, diukur pada panen kedua hingga keempat.
9. Panjang buah (cm), diambil rata-rata 10 buah setiap ulangan pada panen kedua hingga keempat dan diukur dari pangkal sampai ujung buah.
10. Panjang tangkai buah (cm), diambil rata-rata 10 buah setiap ulangan pada panen kedua hingga keempat dan diukur dari pangkal sampai ujung tangkai buah.
11. Diameter buah (mm), diambil rata-rata 10 buah setiap ulangan pada panen kedua hingga keempat dan diukur menggunakan jangka sorong.
12. Tebal daging buah (mm), diambil rata-rata 10 buah setiap ulangan pada panen kedua hingga keempat. Buah dibelah secara melintang dan diukur tebal daging buahnya menggunakan jangka sorong.
13. Bobot per buah (g), diambil rata-rata 10 buah setiap ulangan pada panen kedua hingga keempat dan diukur menggunakan timbangan analitik.

14. Jumlah buah per tanaman, dihitung dengan menjumlahkan total buah tiap panen selama 8 minggu dan dibagi dengan jumlah tanaman sampel.
15. Bobot buah per tanaman (g), dihitung dengan menjumlahkan bobot buah tiap panen selama 8 minggu dan dibagi dengan jumlah tanaman sampel.
16. Kandungan Capsaicin (SHU), Analisis kandungan capsaicin menggunakan *half dialel* dihitung dengan mengambil sebagian buah cabai berwarna merah yang telah masak dan dipanen pada panen kedua dan ketiga. Kandungan capsaicin diambil dari buah cabai utuh (kulit buah, biji, perikarp, plasenta) dengan cara diblender kemudian dianalisis laboratorium menggunakan metode HPLC (*High Performance Liquid Chromatography*).

3.2.5 Analisis Data

Percobaan dilakukan dengan menggunakan rancangan kelompok lengkap teracak (RKLT) faktor tunggal, yaitu genotipe tanaman cabai. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu 30 F₁ hasil persilangan dan 6 genotipe tetua. Penelitian dilakukan 3 kali ulangan dan pada masing-masing ulangan terdiri atas 20 tanaman. Pendugaan pewarisan sifat kandungan capsaicin dan karakter kuantitatif dilakukan analisis dialel menggunakan pendekatan Hayman (Singh dan Chaudhary 1979).

Populasi dialel penuh dianalisis menggunakan rancangan acak kelompok dengan tiga ulangan menggunakan model statistik :

$$Y_{ijk} = m + G_i + b_j + e_{ij}$$

Keterangan :

- Y_{ijk} = nilai pengamatan pada genotipe ke-i
 G_i = pengaruh genotipe i (i = 1, 2, ... 36)
 B_j = pengaruh kelompok ke-j (j = 1, 2, 3)
 e_{ij} = pengaruh galat percobaan pada genotipe ke-i dan kelompok ke-j

Komponen analisis ragam disajikan pada Tabel 2. Analisis dilanjutkan apabila nilai kuadrat tengah genotipe berbeda nyata

Tabel 2 Komponen analisis ragam pada analisis dialel

Sumber keragaman	db	Kuadrat tengah	Kuadrat tengah harapan
Ulangan	b-1	KT _b	-
Genotipe	n-1	KT _g	$\sigma^2_e + b \sigma^2_{eg}$
Galat	(b-1)(n-1)	KTe	σ^2_e
Total	bn-1		

b = banyaknya ulangan; n = banyaknya genotipe



Untuk menduga nilai ragam dan peragam, data dirata-ratakan berdasarkan ulangan dan resiprokalnya membentuk Tabel setengah dialel (Tabel 3).

Tabel 3 Setengah dialel kandungan capsaisin hasil persilangan

Tetua	Tetua 1	Tetua 2	Tetua 3	Tetua 4	Tetua 5	Tetua 6	Xi.	Rata-rata
Tetua 1	X ₁₁	X ₁₂	X ₁₃	X ₁₄	X ₁₅	X ₁₆	1.	X ₁ /6
Tetua 2	-	X ₂₂	X ₂₃	X ₂₄	X ₂₅	X ₂₆	2.	X ₂ /6
Tetua 3	-	-	X ₃₃	X ₃₄	X ₃₅	X ₃₆	3.	X ₃ /6
Tetua 4	-	-	-	X ₄₄	X ₄₅	X ₄₆	4.	X ₄ /6
Tetua 5	-	-	-	-	X ₅₅	X ₅₆	5.	X ₅ /6
Tetua 6	-	-	-	-	-	X ₆₆	6.	X ₆ /6

Hak cipta milik IPB University

$$\begin{aligned}
 \text{Rata-rata tetua } (M_{Lo}) &= \frac{\sum_{i-j} X_{ij}}{n} \\
 \text{Ragam tetua } (V_{OLO}) &= \frac{1}{n-1} \left[\sum_{i=j} (X_{ij})^2 - \frac{[\sum_{i-j} X_{ij}]^2}{n} \right] \\
 \text{Rata-rata ragam array } (V_{ILI}) &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n V_{ri} \\
 \text{Ragam rata-rata array } (V_{OLO}) &= \frac{1}{n-1} \left[\sum_{i=1}^n (\bar{X}_i)^2 - \frac{[\sum_{i=1}^n \bar{X}_i]^2}{n} \right] \\
 \text{Peragam antar tetua dan keturunan } (W_{ri}) &= \frac{1}{n-1} \left[\sum_{j=l; i=1}^n (X_{ij} \cdot X_{ij}) - \frac{[\sum_{j=l; i=1}^n X_{ij} \cdot X_{ij}]^2}{n} \right] \\
 \text{Rata-rata peragam tetua dan array } (W_{OLO}) &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n W_{ri} \\
 \text{Perbedaan rata-rata tetua dan rata-rata semua keturunan} \\
 (M_{LI} - M_{LO})^2 &= \left\{ \frac{1}{n} \left[\frac{1}{n} (\sum_{i=1; j=1}^n X_{ij}) \right] - [\sum_{i=j} X_{ij}] \right\}^2
 \end{aligned}$$

Kesahihan hipotesis diuji dengan koefisien regresi, menggunakan ragam dan peragam.

$$\begin{aligned}
 b &= (Cov(W_r, V_r)) / (Var(V_r)) \\
 SE(b) &= [(Var(W_r) - b * (Cov(W_r, V_r)) / (Var(V_r) * (n-1))]^{1/2}
 \end{aligned}$$

Uji hipotesis :

$$\begin{aligned}
 H_0 &: b = 1 \\
 H_1 &: b \neq 1
 \end{aligned}$$

Jika b = 1, maka tidak terdapat interaksi gen non alelik.

Parabola diperoleh dengan menghubungkan titik-titik dari persamaan :

$$W_{ri} = (V_{ri} \times V_{OLO})^{1/2}$$

Regresi diperoleh dengan menghubungkan titik-titik dari persamaan :

$$W_{rei} = W_r - bV_r + bV_{ri}$$

Intersep regresi diperoleh dari :

$$a = W_r - bV_r$$

Semakin dekat letak tetua dengan pangkal persilangan sumbu x-y, kandungan gen dominannya secara relatif semakin tinggi, sebaliknya semakin jauh letak tetua dengan pangkal persilangan sumbu x-y semakin kecil kandungan gen dominannya.

Pendugaan komponen ragam yang dilakukan adalah :

$$D = V_{0L0} - E$$

$$F = 2V_{0L0} - 4W_{0L0} - 2(n-2)E/n$$

$$H_1 = V_{0L0} - 4W_{0L1} + 4V_{1L1} - (3n-2)E/n$$

$$H_2 = 4V_{1L1} - 4V_{0L1} - 2E$$

$$h^2 = 4(M_{L1} - M_{L0})^2 - 4(n-1)E/n^2$$

$$S^2 = \frac{1}{2} [\text{Var}(W_r - V_r)]$$

$$SE(D) = [(n^5 + n^4)/n^5] * (S^2)$$

$$SE(F) = [(4n^5 + 20n^4 - 16n^3 + 16n^2)/n^5] * (S^2)$$

$$SE(H_1) = [(n^5 + 41n^4 - 12n^3 + 4n^2)/n^5] * (S^2)$$

$$SE(H_2) = (36n^4)/n^5 * (S^2)$$

$$SE(h^2) = [(16n^4 + 16n^2 - 32n + 16)/n^5] * (S^2)$$

$$SE(E) = [n^4/n^5] * (S^2)$$

Keterangan:

D = komponen ragam karena pengaruh aditif

F = nilai tengah F_r untuk semua array; F_r adalah peragam pengaruh aditif dan non aditif pada array ke-r

H_1 = komponen ragam karena pengaruh dominan

H_2 = perhitungan untuk menduga proporsi gen negatif dan positif pada tetua

h^2 = pengaruh dominansi (sebagai jumlah aljabar dari semua persilangan saat heterozigous)

E = komponen ragam karena pengaruh lingkungan

Jika intersep bernilai positif atau $D > H_1$ interaksi yang terjadi adalah dominansi sebagian, jika bernilai negatif atau $D < H_1$ berarti overdominansi. Dominan lengkap jika $D = H_1$, serta tidak terdapat dominansi jika garis regresi menyentuh batas parabola.

Parameter lain yang diduga adalah :

$$\text{Rata-rata tingkat dominansi} = (H_1/D)^{1/2}$$



Proporsi gen-gen dengan pengaruh positif dan negatif dalam tetua

$$= H_2/4H_1$$

Proporsi gen-gen dominan dan resesif dalam tetua

$$= (4DH_1)^{1/2} + F / (4DH_1)^{1/2} - F$$

Jumlah kelompok gen yang mengendalikan sifat dan menimbulkan dominansi

$$= h^2/H_2$$

Heritabilitas arti luas (h^2_{bs}) $= (1/2D + 1/2H_1 - 1/4H_2 - 1/2F) / (1/2D + 1/2H_1 - 1/4H_2 - 1/2F + E)$.

Heritabilitas arti sempit (h^2_{ns}) $= (1/2D + 1/2H_1 - 1/2H_2 - 1/2F) / (1/2D + 1/2H_1 - 1/4H_2 - 1/2F + E)$.

Jika korelasi negatif, nilai $W_{ri} + V_{ri}$ -nya paling rendah, berarti mengandung gen dominan paling banyak.

Pendugaan Tetua Paling Dominan dan Paling Resesif

$$V_D = (V_{OLO}) X_1^2$$

$$V_R = (V_{OLO}) X_2^2$$

$$W_D = (V_{OLO}) X_1$$

$$W_R = (V_{OLO}) X_2$$

x_1 dan x_2 diperoleh dari akar persamaan $= (V_{OLO}) x^2 - (V_{OLO}) x + (W_{OLO} - V_{ILI})$

Nilai tetua dominan penuh (Y_D) $= \bar{Y}_r + b [(W_D + V_D) - (W_{OLO} + V_{ILI})]$

Nilai tetua resesif penuh (Y_R) $= \bar{Y}_r + b [(W_R + V_R) - (W_{OLO} + V_{ILI})]$

3.3 Hasil dan Pembahasan

3.3.1 Analisis Ragam

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa seluruh karakter yang diamati berpengaruh sangat nyata pada taraf 1%. Singh dan Chaudhary (1979) berpendapat bahwa pendugaan parameter genetik menggunakan analisis silang dialel dapat dilakukan jika hasil bagi kuadrat tengah genotipe dan kuadrat tengah galat pada karakter yang diamati memiliki peluang di bawah 5%. Setiap karakter yang diamati pada penelitian ini dapat dilanjutkan pada analisis silang dialel dengan pendekatan Hayman.

Tabel 4 Kuadrat tengah analisis ragam karakter non buah tanaman cabai

Sumber keragaman	db	Kuadrat tengah							
		UMB	UMP	PD	LD	TT	TD	LT	DBT
Ulangan	2	34.33	2.81	2.48	0.23	25.94	3.06	119.4	3.15
Genotipe	35	55.63**	36.92**	2.18**	0.64**	199.7**	17.7**	256.54**	3.46**
Galat	70	3.96	1.51	0.72	0.1	22.13	3.47	41.81	0.51

UMB = Umur Berbunga, UMP = Umur Panen, PD = Panjang Daun, LD = Lebar Daun, TT = Tinggi Tanaman, TD = Tinggi Dikotomus, LT = Lebar Tajuk, DBT = Diameter Batang, ** = berpengaruh nyata pada $\alpha = 1\%$.

Tabel 5 Kuadrat tengah analisis ragam karakter buah tanaman cabai

Sumber keragaman	db	Kuadrat tengah						
		PB	PTB	DBH	TDB	BBT	JBP	BBP
Ulangan	2	1.04	1.02	4.58	0.18	0.46	14.3	4198.42
Genotipe	35	27.67**	1.04**	39.58**	0.2**	35.5**	5633.74**	52320.58**
Galat	70	1.1	0.14	0.77	0.02	0.55	6.3	2881.53

PB = Panjang Buah, PTB = Panjang Tangkai Buah, DBH = Diameter Buah, TDB = Tebal Daging Buah, BBT = Bobot Buah, JBP = Jumlah Buah Pertanaman, BBP = Bobot Buah Pertanaman, ** = berpengaruh nyata pada $\alpha = 1\%$.

Tabel 6 Kuadrat tengah analisis ragam karakter kandungan capsaicin tanaman cabai

Sumber keragaman	db	Kuadrat tengah
Ulangan	1	279927.81
Genotipe	35	544444467.9**
Galat	35	400604.03

** = berpengaruh nyata pada $\alpha = 1\%$.

3.3.2 Interaksi Gen

Nilai koefisien regresi (b) (W_r , V_r) digunakan untuk melihat interaksi gen yang menentukan keragaman genetik pada penampilan setiap karakter yang diamati. Basak *et al.* (2019) menyatakan bahwa nilai b yang berbeda nyata dengan satu ($b=1$) maka terdapat peran interaksi gen non alelik/antar lokus (epistasis) dalam mengendalikan penampilan suatu karakter. Apabila nilai b tidak berbeda nyata dengan satu maka tidak ada peran interaksi gen non alelik/antar lokus (epistasis).

Karakter non buah (Tabel 4) yang menunjukkan hasil uji t untuk nilai b (W_r , V_r) tidak berbeda nyata dengan satu antara lain: umur berbunga, umur panen, lebar daun, tinggi tanaman, tinggi dikotomus, dan diameter batang. Hal ini menunjukkan bahwa pada karakter tersebut tidak terdapat aksi gen epistasis yang berperan dalam penampilan karakter tersebut. Terdapat tiga karakter buah (Tabel 5) yang menunjukkan hasil uji t untuk nilai b (W_r , V_r) berbeda nyata dengan satu yaitu: diameter buah, tebal daging buah, dan bobot buah pertanaman. Ketiga karakter buah tersebut menunjukkan bahwa terdapat aksi gen epistasis yang berperan dalam penampilan karakter yang dihasilkan.

Tabel 7 Pendugaan parameter genetik karakter non buah tanaman cabai

Parameter genetik	UMB	UMP	PD	LD	TT	TD	LT	DBT
b (W_r, V_r)	0.17 ^{tn}	0.78 ^{tn}	0.23 ^{**}	0.56 ^{tn}	0.98 ^{tn}	0.70 ^{tn}	-0.10 ^{**}	0.87 ^{tn}
D	9.04 ^{tn}	18.15 ^{**}	0.38 ^{tn}	0.22 ^{**}	105.71 ^{**}	3.80 ^{**}	3.70 ^{tn}	1.56 ^{**}
F	14.03 ^{tn}	10.85 ^{tn}	-0.21 ^{tn}	-0.07 ^{tn}	65.62 ^{**}	-4.65 ^{**}	48.84 ^{tn}	0.61 ^{**}
H ₁	78.35 ^{**}	29.70 ^{**}	1.07 ^{tn}	0.23 ^{tn}	124.92 ^{**}	2.70 ^{tn}	264.14 ^{**}	1.44 ^{**}
H ₂	67.13 ^{**}	24.10 ^{**}	0.98 ^{tn}	0.20 ^{tn}	61.68 ^{**}	2.52 ^{tn}	146.23 ^{tn}	0.68 ^{**}
h ²	131.36 ^{**}	57.08 ^{**}	0.32 ^{tn}	0.03 ^{tn}	0.58 ^{tn}	3.77 ^{**}	0.04 ^{tn}	-0.08 ^{tn}
E	1.60 ^{tn}	0.52 ^{tn}	0.26 ^{**}	0.04 ^{tn}	7.41 ^{**}	1.15 ^{**}	14.65 ^{tn}	0.20 ^{**}
(H ₁ /D) ^{1/2}	2.94	1.28	1.69	1.03	1.09	0.84	8.45	0.96
H ₂ /4H ₁	0.21	0.20	0.23	0.22	0.12	0.23	0.14	0.12
Kd/Tr	1.72	1.61	1.00	1.00	1.80	1.00	8.14	1.51
h ² /H ₂	1.96	2.37	0.33	0.17	0.01	1.50	0.00	-0.12
h ² _{ns}	0.14	0.50	0.32	0.59	0.69	0.53	0.42	0.70
h ² _{bisa}	0.93	0.96	0.65	0.83	0.90	0.69	0.83	0.84
h ² _{ns} /h ² _{bs}	0.15	0.52	0.49	0.71	0.77	0.77	0.51	0.83
YD	32.96	81.24	5.64	2.43	171.05	22.06	62.89	9.80
YR	30.14	60.64	5.55	2.18	-22.30	15.71	54.98	6.91

UMB = Umur Berbunga, UMP = Umur Panen, PD = Panjang Daun, LD = Lebar Daun, TT = Tinggi Tanaman, TD = Tinggi Dikotomus, LT = Lebar Tajuk, DBT = Diameter Batang, b (W_r, V_r) = nilai koefisien regresi peragam-ragam, D = pengaruh aditif, F = banyaknya gen dominan, H₁ = pengaruh dominansi, H₂ = distribusi gen pada tetua, h² = simpang baku hasil persilangan dari nilai tengah tetua, E = pengaruh lingkungan, (H₁/D)^{1/2} = besarnya pengaruh dominansi, H₂/4H₁ = proporsi gen-gen positif terhadap gen-gen negatif, h²/H₂ = jumlah kelompok gen pengendali, h²_{bs} = heritabilitas arti luas, h²_{ns} = heritabilitas arti sempit, YD = nilai tetua dominan penuh, YR = nilai tetua resesif penuh, h²_{ns}/h²_{bs} = rasio aditif, ** = berpengaruh nyata pada $\alpha = 1\%$, tn = tidak berpengaruh nyata.

3.3.3 Pengaruh Aditif (D) dan Dominansi (H₁)

Karakter non buah (Tabel 7) yang terdiri dari lebar daun dan tinggi dikotomus menunjukkan bahwa pengaruh aditif (D) yang berbeda nyata dan pengaruh dominansi (H₁) yang tidak berbeda nyata. Hal ini dalam karakter buah (Tabel 8) juga ditemukan pada diameter buah dan bobot buah. Hasil ini menunjukkan bahwa penampilan keempat karakter tersebut hanya dipengaruhi oleh aksi gen aditif tanpa ada pengaruh dari aksi gen dominan. Berdasarkan teori tersebut, keempat karakter ini memiliki peluang yang sangat besar untuk dapat terwariskan kepada zuriatnya karena hanya memiliki aksi gen aditif dalam membentuk penampilan karakternya.

Tabel 8 Pendugaan parameter genetik karakter buah tanaman cabai

Parameter genetik	PB	PTB	DBH	TDB	BBT	JBP	BBP
b (W_r, V_r)	0.98 ^{tn}	0.71 ^{tn}	0.70 ^{**}	0.26 ^{**}	0.59 ^{**}	0.92 ^{tn}	0.62 ^{**}
D	14.35 ^{**}	0.40 ^{**}	21.33 ^{**}	0.04 ^{tn}	12.65 ^{**}	1352.51 ^{**}	24499.53 ^{**}
F	-2.04 ^{tn}	0.22 ^{tn}	-4.39 ^{tn}	-0.04 ^{tn}	-7.92 ^{tn}	400.47 ^{**}	-1774.40 ^{tn}
H ₁	3.51 ^{**}	0.62 ^{**}	6.95 ^{tn}	0.11 ^{tn}	10.77 ^{tn}	801.83 ^{**}	18630.72 ^{**}
H ₂	2.84 ^{**}	0.40 ^{**}	6.16 ^{tn}	0.08 ^{tn}	9.52 ^{tn}	788.97 ^{**}	17185.88 ^{**}
h ²	3.03 ^{**}	0.37 ^{**}	0.01 ^{tn}	0.09 ^{**}	0.24 ^{tn}	458.69 ^{**}	8967.48 ^{tn}
E	0.37 ^{tn}	0.06 ^{tn}	0.29 ^{tn}	0.01 ^{tn}	0.18 ^{tn}	2.17 ^{tn}	972.70 ^{tn}
(H ₁ /D) ^{1/2}	0.49	1.24	0.57	1.71	0.92	0.43	0.87
H ₂ /4H ₁	0.20	0.16	0.22	0.19	0.22	0.25	0.23
Kd/Kr	1.00	1.55	1.00	1.00	1.00	1.24	1.00
h ² /H ₂	1.07	0.92	0.00	1.16	0.03	0.58	0.52
h ² _{ns}	0.87	0.56	0.86	0.53	0.73	0.91	0.71
h ² _{bs}	0.96	0.84	0.98	0.87	0.98	0.99	0.95
h ² _{ns} /h ² _{bs}	0.91	0.67	0.87	0.61	0.75	0.91	0.74
YD	14.24	3.03	17.84	0.87	9.38	2009.40	14614.67
YR	-1.67	2.58	-0.26	0.86	-4.75	-1437.46	-14354.02

PB = Panjang Buah, PTB = Panjang Tangkai Buah, DBH = Diameter Buah, TDB = Tebal Daging Buah, BBT = Bobot Buah, JBP = Jumlah Buah Pertanaman, BBP = Bobot Buah Pertanaman, b (W_r, V_r) = nilai koefisien regresi peragam-ragam, D = pengaruh aditif, F = banyaknya gen dominan, H₁ = pengaruh dominansi, H₂ = distribusi gen pada tetua, h² = simpang baku hasil persilangan dari nilai tengah tetua, E = pengaruh lingkungan, (H₁/D)^{1/2} = besarnya pengaruh dominansi, H₂/4H₁ = proporsi gen-gen positif terhadap gen-gen negatif, h²/H₂ = jumlah kelompok gen pengendali, h²_{bs} = heritabilitas arti luas, h²_{ns} = heritabilitas arti sempit, YD = nilai tetua dominan penuh, YR = nilai tetua resesif penuh, h²_{ns}/h²_{bs} = rasio aditif, ** = berpengaruh nyata pada $\alpha = 1\%$, tn = tidak berpengaruh nyata.

Karakter selain lebar daun, tinggi dikotomus, diameter buah, dan bobot buah menunjukkan berbeda nyata pada nilai pengaruh aditif (D) dan pengaruh dominansi (H₁), namun juga terdapat karakter yang tidak berbeda nyata pada nilai pengaruh aditif (D) dan pengaruh dominansi (H₁). Karakter yang tidak berbeda nyata pada kedua nilai (pengaruh aditif dan pengaruh dominansi) ditunjukkan pada karakter panjang daun dan tebal daging buah. Hal ini menunjukkan bahwa panjang daun dan tebal daging buah tidak dipengaruhi oleh aksi gen aditif dan juga aksi gen dominan.

Penampilan karakter yang memiliki nilai pengaruh aditif (D) dan nilai pengaruh dominan yang berbeda nyata keduanya dibedakan menjadi dua kondisi yang ditentukan oleh nilai rasio aditif yang dihasilkan. Kondisi pertama yaitu karakter yang memiliki nilai pengaruh aditif (D) lebih besar dibandingkan dengan nilai pengaruh dominan (H₁). Gholizadeh *et al.* (2018) menyatakan bahwa kondisi ini menunjukkan bahwa aksi gen aditif mempengaruhi lebih besar dan dapat diwariskan kepada zuriatnya. Kondisi kedua yaitu karakter yang memiliki nilai pengaruh dominan (H₁) lebih besar dibandingkan dengan nilai pengaruh aditif (D). Kondisi kedua menunjukkan bahwa karakter tersebut dapat diarahkan untuk

pembentukan varietas hibrida dikarenakan pengaruh dominansi lebih besar dibandingkan dengan pengaruh aditif.

Tabel 9 Pendugaan parameter genetik karakter kandungan capsaicin tanaman cabai

Parameter genetik	Capsaicin
$b (W_r, V_r)$	0.79 ^{tn}
D	2.97 ^{**}
F	-1.5 ^{**}
H ₁	3.24 ^{**}
H ₂	2.72 ^{**}
h ²	1.96 ^{**}
E	198626 ^{tn}
(H ₁ /D) ^{1/2}	1.04
H ₂ /4H ₁	0.21
Kd/Kr	1
h ² /H ₂	0.72
h ² _{ns}	0.72
h ² _{bs}	0.99
h ² _{ns} /h ² _{bs}	0.73
YD	153682430.02
YR	-292496813.3

$b (W_r, V_r)$ = nilai koefisien regresi peragam-ragam, D = pengaruh aditif, F = banyaknya gen dominan, H₁ = pengaruh dominansi, H₂ = distribusi gen pada tetua, h² = simpang baku hasil persilangan dari nilai tengah tetua, E = pengaruh lingkungan, (H₁/D)^{1/2} = besarnya pengaruh dominansi, H₂/4H₁ = proporsi gen-gen positif terhadap gen-gen negatif, h²/H₂ = jumlah kelompok gen pengendali, h²_{bs} = heritabilitas arti luas, h²_{ns} = heritabilitas arti sempit, YD = nilai tetua dominan penuh, YR = nilai tetua resesif penuh, h²_{ns}/h²_{bs} = rasio aditif, ** = berpengaruh nyata pada $\alpha = 1\%$, tn = tidak berpengaruh nyata.

3.3.4 Distribusi Gen di dalam Tetua

Distribusi gen didalam tetua ditunjukkan oleh nilai H₂. Nilai H₂ yang berbeda nyata berarti karakter tersebut memiliki persebaran gen yang tidak merata didalam tetua. Karakter yang memiliki nilai H₂ tidak berbeda nyata antara lain: panjang daun, lebar daun, tinggi dikotomus, lebar tajuk, diameter buah, tebal daging buah, bobot buah. Hal ini menunjukkan bahwa karakter tersebut memiliki distribusi gen yang menyebar merata didalam tetua. Sedangkan karakter lain yang seperti umur berbunga, umur panen, tinggi tanaman, diameter batang, panjang buah, panjang tangkai buah, jumlah buah pertanaman, bobot buah pertanaman memiliki persebaran gen yang tidak menyebar merata didalam tetua yang ditunjukkan oleh nilai H₂ berbeda nyata. Yuniarti *et al.* (2011) menyatakan bahwa besarnya nilai H₁ terhadap nilai H₂ menunjukkan banyaknya proporsi gen positif yang tersebar didalam tetua dan sebaliknya. Penelitian ini terlihat dari nilai H₁ lebih besar daripada nilai H₂ menunjukkan bahwa gen-gen positif terlibat lebih banyak daripada gen-gen negatif dalam menentukan seluruh karakter yang diamati.

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPBUniversity.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPBUniversity.

3.3.5 Tingkat Dominansi

Pengaruh dominansi dilihat dari nilai $(H_1/D)^{1/2}$ (Tabel 7, 8, 9). Hayman (1954) menyatakan bahwa nilai $(H_1/D)^{1/2}$ yang terlihat antara nol dan satu menunjukkan ditemukan dominansi parsial (resesif parsial atau dominan parsial), namun apabila nilai $(H_1/D)^{1/2}$ lebih dari satu menunjukkan terdapat over dominansi. Beberapa karakter yang diamati pada percobaan ini memiliki nilai $(H_1/D)^{1/2}$ lebih dari satu antara lain: umur berbunga, umur panen, panjang daun, lebar daun, tinggi tanaman, lebar tajuk, panjang tangkai buah, tebal daging buah, dan kandungan capsaicin. Karakter tersebut memiliki adanya tingkat dominansi over dominan. Kondisi ini mengakibatkan penampilan karakter tersebut memiliki nilai tengah yang melebihi tetua terbaik.

Karakter lain yang diamati pada percobaan ini yang memiliki nilai $(H_1/D)^{1/2}$ antara nol dan satu yaitu: tinggi dikotomus, diameter batang, panjang buah, diameter buah, bobot buah, jumlah buah pertanaman, dan bobot buah pertanaman. Karakter tersebut memiliki tingkat dominansi parsial (dominan parsial atau resesif parsial). Aksi gen aditif yang mempengaruhi setiap karakter mengakibatkan tampilan setiap karakter memiliki kecenderungan mendekati nilai MP (*mid-parent*) dan tidak overdominan.

3.3.6 Proporsi Gen Dominan terhadap Gen Resesif

Karakter umur berbunga, umur panen, tinggi tanaman, lebar tajuk, diameter batang, panjang tangkai buah, dan jumlah buah pertanaman memiliki nilai F positif dan nilai Kd/Kr besar dari 1. Hal ini menunjukkan bahwa gen-gen dominan terdapat banyak di dalam tetua dan mempengaruhi penampilannya. Yuniarti *et al.* (2011) menyatakan bahwa banyaknya gen dominan di dalam tetua juga tercermin dari nilai F yang positif dan nilai Kd/Kr yang lebih dari 1.

Karakter panjang daun, lebar daun, tinggi dikotomus, panjang buah, diameter buah, tebal daging buah, bobot buah, bobot buah pertanaman, dan kandungan capsaicin memiliki nilai F yang negative dan nilai Kd/Kr kurang dari sama dengan satu. Pathak *et al.* (2014) menyatakan bahwa kondisi dengan nilai F negative dan nilai Kd/Kr kurang dari sama dengan satu maka gen-gen dominan yang mempengaruhi penampilan karakter tersebut tidak terdapat banyak di dalam tetua yang digunakan.

3.3.7 Jumlah Gen Pengendali Karakter

Nilai h^2/H_2 menunjukkan jumlah kelompok gen yang mengendalikan suatu karakter pada suatu tanaman. Umur panen dalam penelitian ini dikendalikan oleh tiga kelompok gen berdasarkan pembulatan keatas nilai h^2/H_2 . Umur berbunga, tinggi dikotomus, tebal daging buah, dan panjang buah dikendalikan oleh dua kelompok gen. Karakter lain yang diamati merupakan karakter yang dikendalikan oleh satu kelompok gen.

Tabel 10 Distribusi peragam + ragam (Wr + Vr) karakter non buah tanaman cabai

Genotipe	UMB	UMP	PD	LD	TT	TD	LT	DBT
C5	18.25 (3)	5.44 (3)	0.57 (3)	0.26 (4)	173.65 (6)	2.73 (1)	6.02 (1)	2.18 (6)
Bara	8.04 (1)	3.64 (1)	0.37 (2)	0.13 (1)	105.98 (5)	5.4 (3)	66.5 (5)	2.07 (5)
F074	18.26 (4)	4.84 (2)	1.09 (5)	0.55 (6)	66.73 (4)	3.61 (2)	64.48 (4)	1 (2)
Giant	39.47 (6)	46.92 (6)	1.98 (6)	0.44 (5)	33.07 (1)	8.14 (5)	53.14 (3)	0.66 (1)
Yuni	23.98 (5)	28.52 (5)	0.92 (4)	0.13 (2)	55.46 (2)	6.98 (4)	115.8 (6)	1.06 (3)
F9160291	15.33 (2)	6.63 (4)	0.15 (1)	0.16 (3)	64.7 (3)	13.43 (6)	26.35 (2)	1.26 (4)

UMB = Umur Berbunga, UMP = Umur Panen, PD = Panjang Daun, LD = Lebar Daun, TT = Tinggi Tanaman, TD = Tinggi Dikotomus, LT = Lebar Tajuk, DBT = Diameter Batang, Angka didalam kurung menunjukkan urutan dominansi tetua berdasarkan sebaran.

Tabel 11 Distribusi peragam + ragam (Wr + Vr) karakter buah tanaman cabai

Genotipe	PB	PTB	DBH	TDB	BBT	JBP	BBP
C5	13.86 (4)	0.27 (3)	33.74 (6)	0.12 (5)	30.5 (6)	1743.76 (1)	43300.47 (6)
Bara	16.59 (5)	0.32 (5)	10.04 (1)	0.05 (2)	4.16 (1)	5274.97 (5)	12352.38 (3)
F074	8.48 (1)	0.26 (2)	15.65 (3)	0.06 (4)	17.99 (4)	2106.7 (2)	42406.21 (5)
Giant	19.59 (6)	1.09 (6)	33.73 (5)	0.15 (6)	30.14 (5)	2479.83 (3)	29112.46 (4)
Yuni	9.03 (2)	0.28 (4)	11.53 (2)	0.06 (3)	9.03 (3)	2675.83 (4)	12153.17 (2)
F9160291	10.1 (3)	0.1 (1)	16.22 (4)	0.03 (1)	5.84 (2)	5316.32 (6)	8569.65 (1)

PB = Panjang Buah, PTB = Panjang Tangkai Buah, DBH = Diameter Buah, TDB = Tebal Daging Buah, BBT = Bobot Buah, JBP = Jumlah Buah Pertanaman, BBP = Bobot Buah Pertanaman, Angka didalam kurung menunjukkan urutan dominansi tetua berdasarkan sebaran.

Tabel 12 Distribusi peragam + ragam (Wr + Vr) karakter kandungan capsaicin

Genotipe	Capsaicin
C5	2.97 (2)
Bara	4.54 (5)
F074	5.63 (6)
Giant	4.44 (4)
Yuni	1.01 (1)
F9160291	4.13 (3)

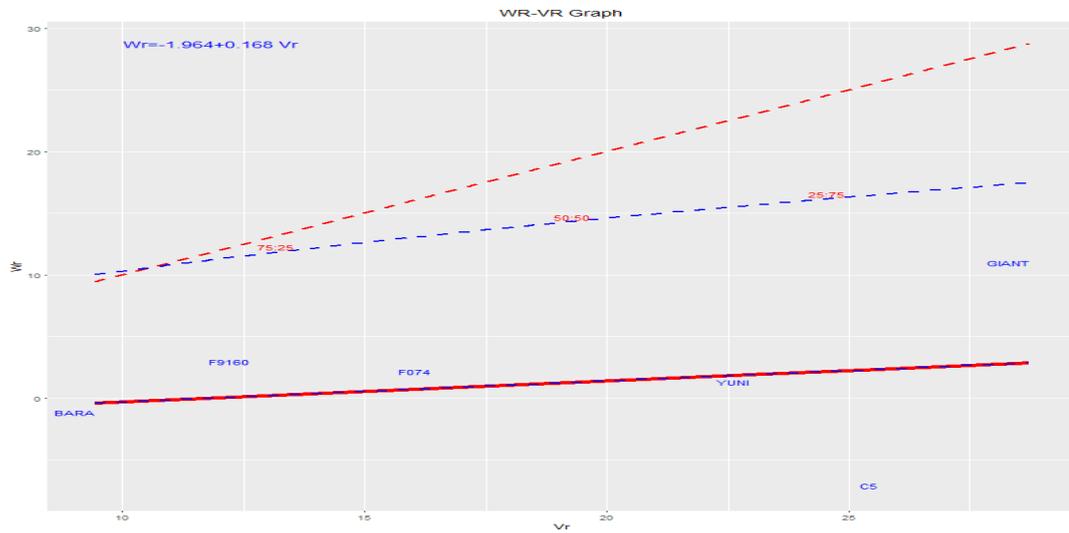
Angka didalam kurung menunjukkan urutan dominansi tetua berdasarkan sebaran.

3.3.8 Arah dan Urutan Dominansi

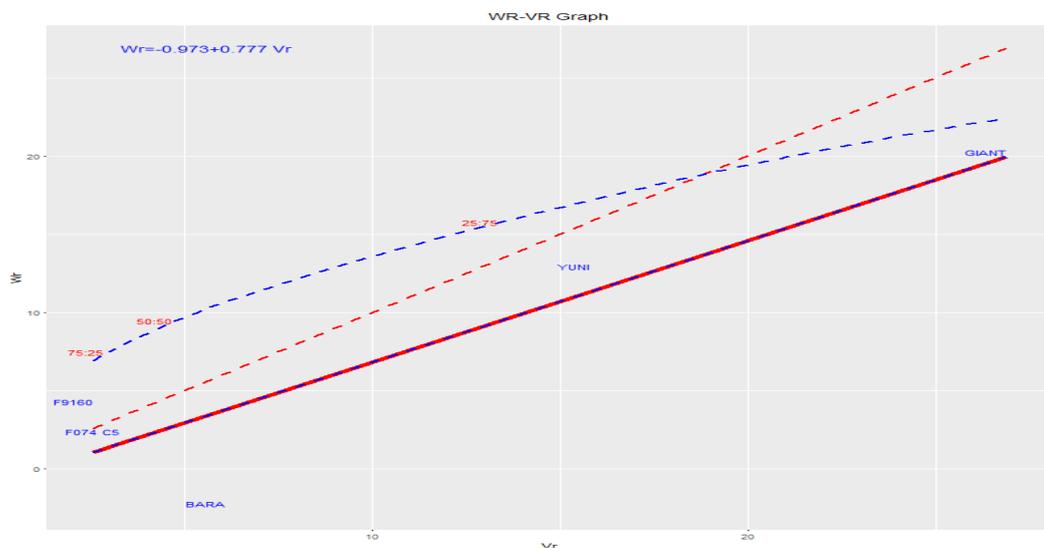
Singh dan Chaudhary (1979) menyatakan bahwa urutan dominansi tetua diperoleh informasi dari nilai distribusi peragam $W_r + V_r$ yang mencerminkan banyak atau tidaknya gen-gen dominan dalam tetua. Semakin kecil nilai $W_r + V_r$ maka makin banyak gen-gen dominan di dalam tetua yang mengendalikan suatu karakter. Urutan dominansi untuk karakter bobot buah per tanaman adalah Bara, F9160291, Yuni, F074, Giant, C5. Urutan dominansi dari 6 tetua yang digunakan pada karakter lain yang diamati disajikan pada Tabel 10, 11 dan 12.

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruhnya tanpa izin IPB University.
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 b. Pengutipan tidak merujuk kepentingan komersial.
 c. Dilarang mengutip atau menyalin sebagian atau seluruhnya tanpa izin IPB University.
 d. Dilarang mengutip atau menyalin sebagian atau seluruhnya tanpa izin IPB University.
 e. Dilarang mengutip atau menyalin sebagian atau seluruhnya tanpa izin IPB University.
 f. Dilarang mengutip atau menyalin sebagian atau seluruhnya tanpa izin IPB University.
 g. Dilarang mengutip atau menyalin sebagian atau seluruhnya tanpa izin IPB University.
 h. Dilarang mengutip atau menyalin sebagian atau seluruhnya tanpa izin IPB University.
 i. Dilarang mengutip atau menyalin sebagian atau seluruhnya tanpa izin IPB University.
 j. Dilarang mengutip atau menyalin sebagian atau seluruhnya tanpa izin IPB University.
 k. Dilarang mengutip atau menyalin sebagian atau seluruhnya tanpa izin IPB University.
 l. Dilarang mengutip atau menyalin sebagian atau seluruhnya tanpa izin IPB University.
 m. Dilarang mengutip atau menyalin sebagian atau seluruhnya tanpa izin IPB University.
 n. Dilarang mengutip atau menyalin sebagian atau seluruhnya tanpa izin IPB University.
 o. Dilarang mengutip atau menyalin sebagian atau seluruhnya tanpa izin IPB University.
 p. Dilarang mengutip atau menyalin sebagian atau seluruhnya tanpa izin IPB University.
 q. Dilarang mengutip atau menyalin sebagian atau seluruhnya tanpa izin IPB University.
 r. Dilarang mengutip atau menyalin sebagian atau seluruhnya tanpa izin IPB University.
 s. Dilarang mengutip atau menyalin sebagian atau seluruhnya tanpa izin IPB University.
 t. Dilarang mengutip atau menyalin sebagian atau seluruhnya tanpa izin IPB University.
 u. Dilarang mengutip atau menyalin sebagian atau seluruhnya tanpa izin IPB University.
 v. Dilarang mengutip atau menyalin sebagian atau seluruhnya tanpa izin IPB University.
 w. Dilarang mengutip atau menyalin sebagian atau seluruhnya tanpa izin IPB University.
 x. Dilarang mengutip atau menyalin sebagian atau seluruhnya tanpa izin IPB University.
 y. Dilarang mengutip atau menyalin sebagian atau seluruhnya tanpa izin IPB University.
 z. Dilarang mengutip atau menyalin sebagian atau seluruhnya tanpa izin IPB University.

Arah dominansi dapat dilihat dari grafik hubungan peragam (W_r) dan ragam (V_r) pada masing-masing karakter yang diamati (Gambar 2 - 17). Posisi tetua yang semakin dekat dengan titik nol, menunjukkan tetua tersebut semakin banyak memiliki gen dominan, sebaliknya jika semakin jauh dengan titik nol maka tetua tersebut semakin banyak mengandung gen resesif.

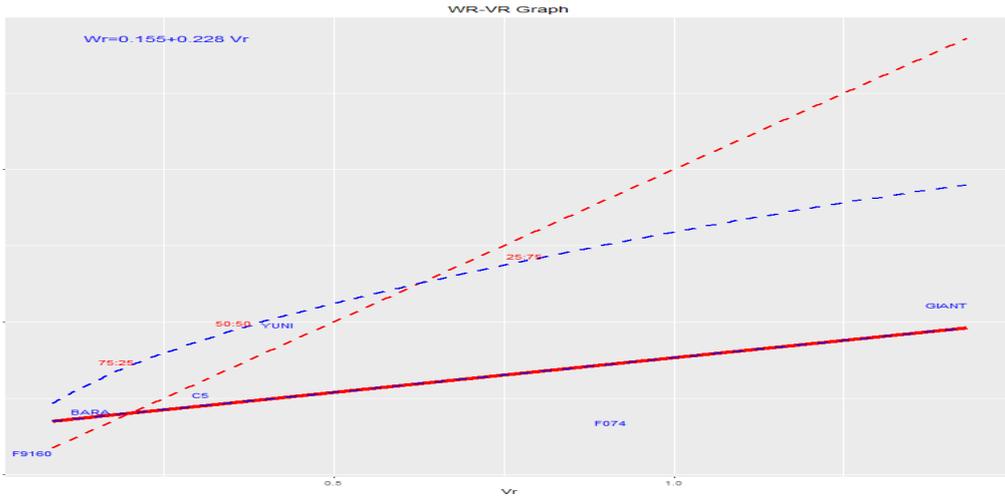


Gambar 2 Hubungan peragam (W_r) dan ragam (V_r) karakter umur berbunga tanaman cabai

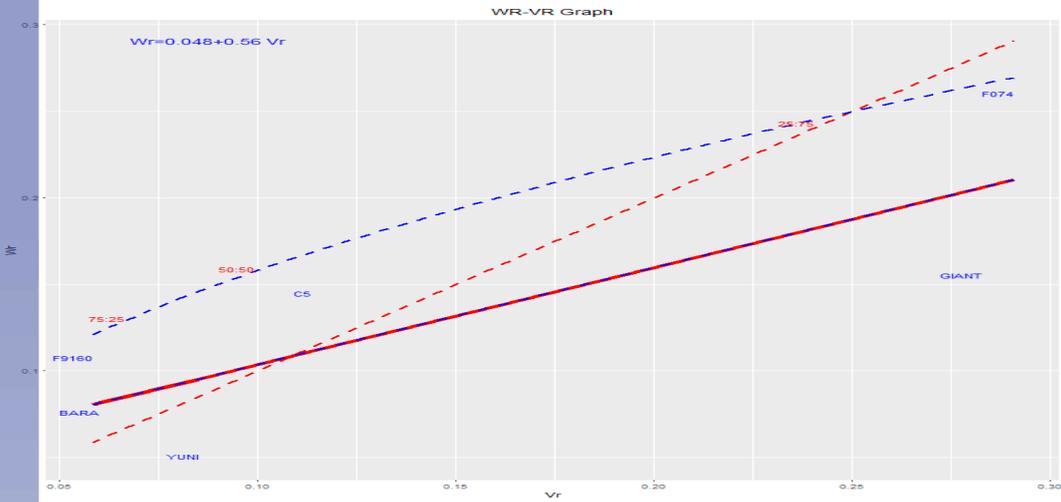


Gambar 3 Hubungan peragam (W_r) dan ragam (V_r) karakter umur panen tanaman cabai

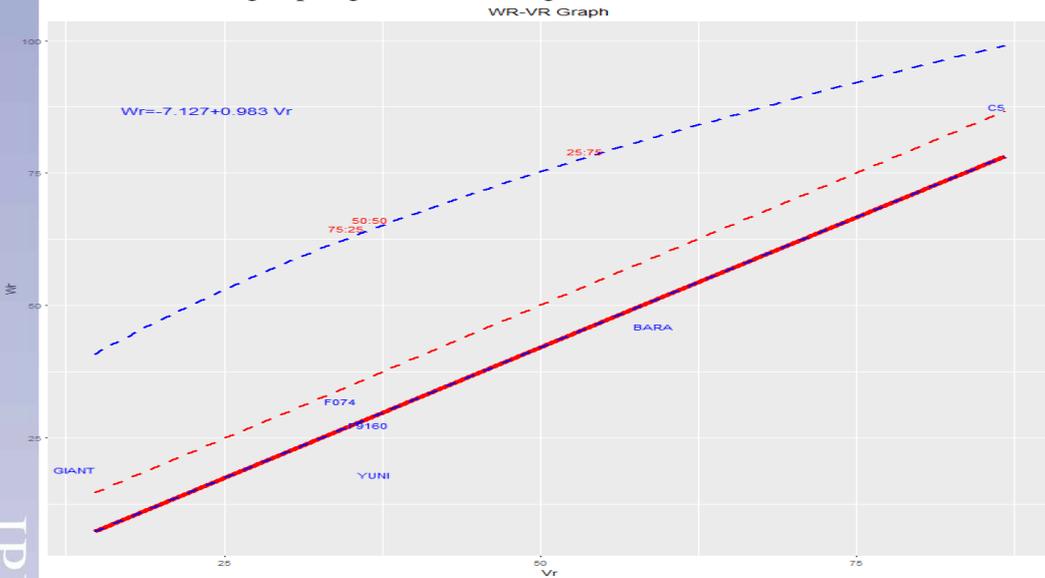
- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPBUniversity.
 2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPBUniversity.



Gambar 4 Hubungan peragam (W_r) dan ragam (V_r) karakter panjang daun tanaman cabai

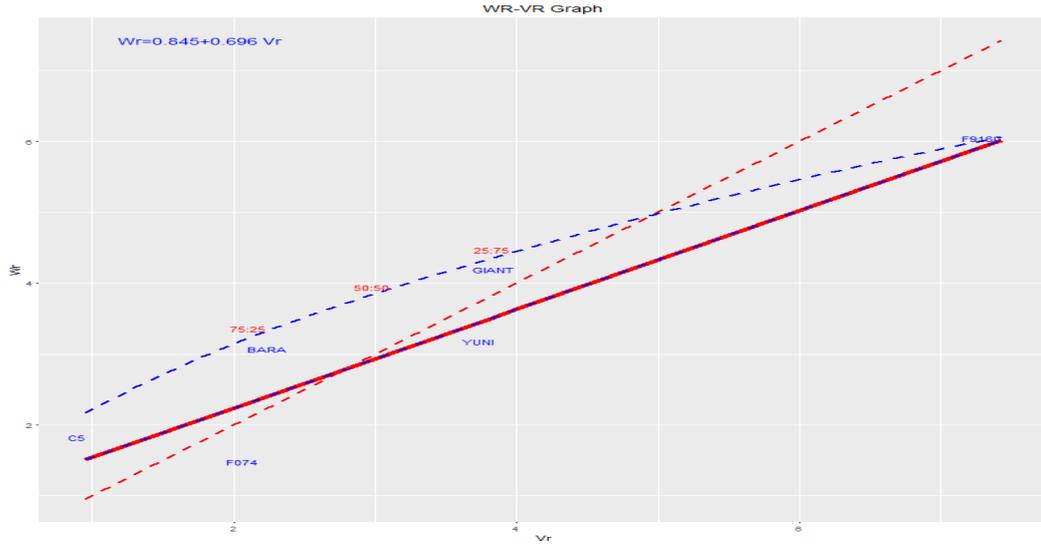


Gambar 5 Hubungan peragam (W_r) dan ragam (V_r) karakter lebar daun tanaman cabai

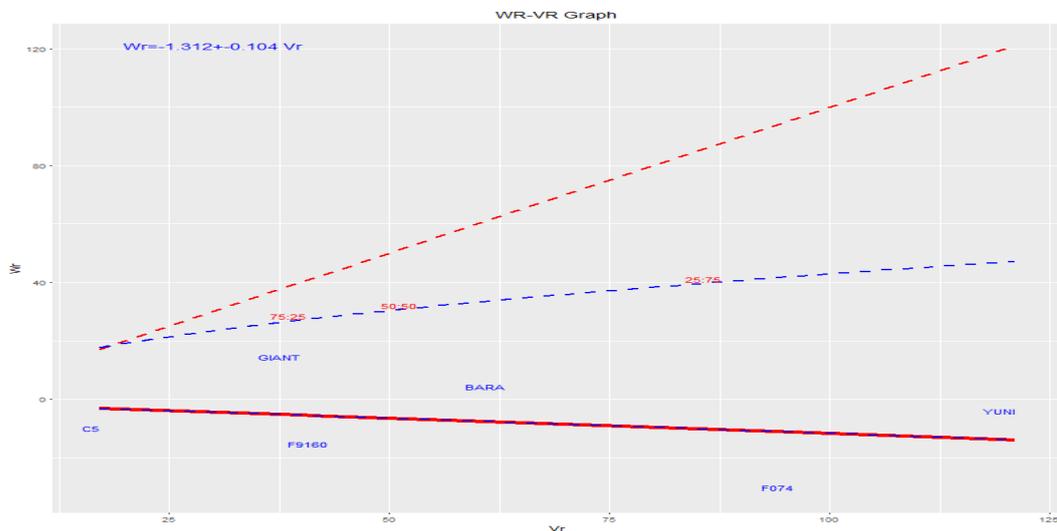


Gambar 6 Hubungan peragam (W_r) dan ragam (V_r) karakter tinggi tanaman tanaman cabai

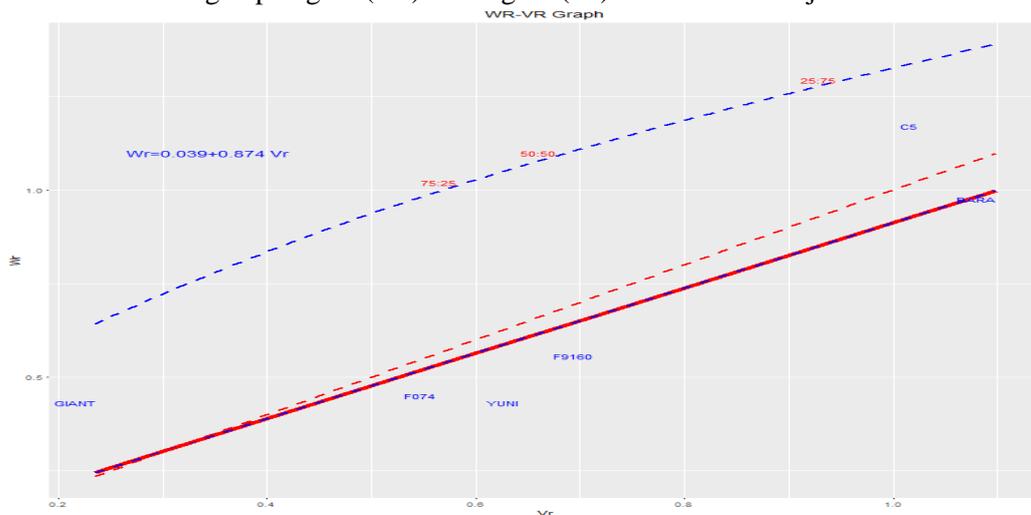
- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPBUniversity.
 2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPBUniversity.



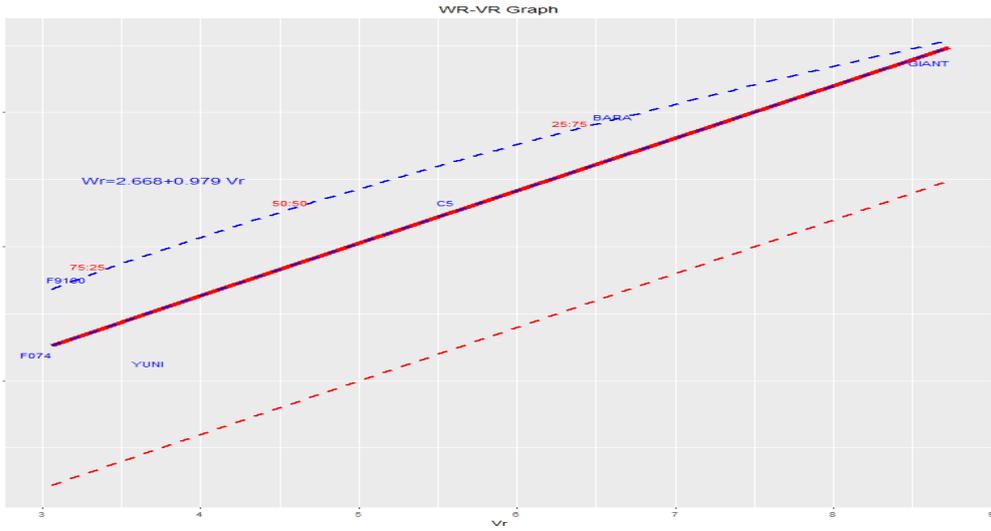
Gambar 7 Hubungan peragam (Wr) dan ragam (Vr) karakter tinggi dikotomus tanaman cabai



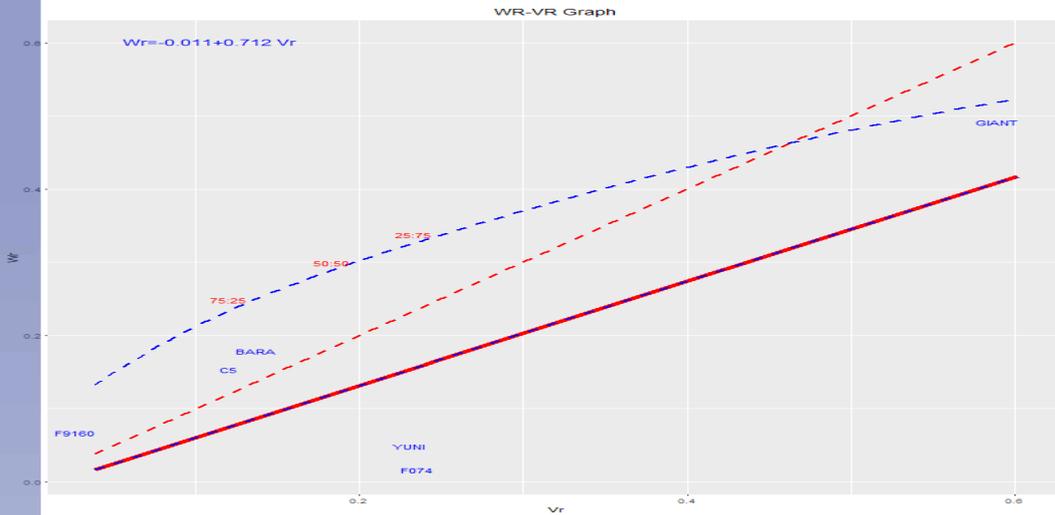
Gambar 8 Hubungan peragam (Wr) dan ragam (Vr) karakter lebar tajuk tanaman cabai



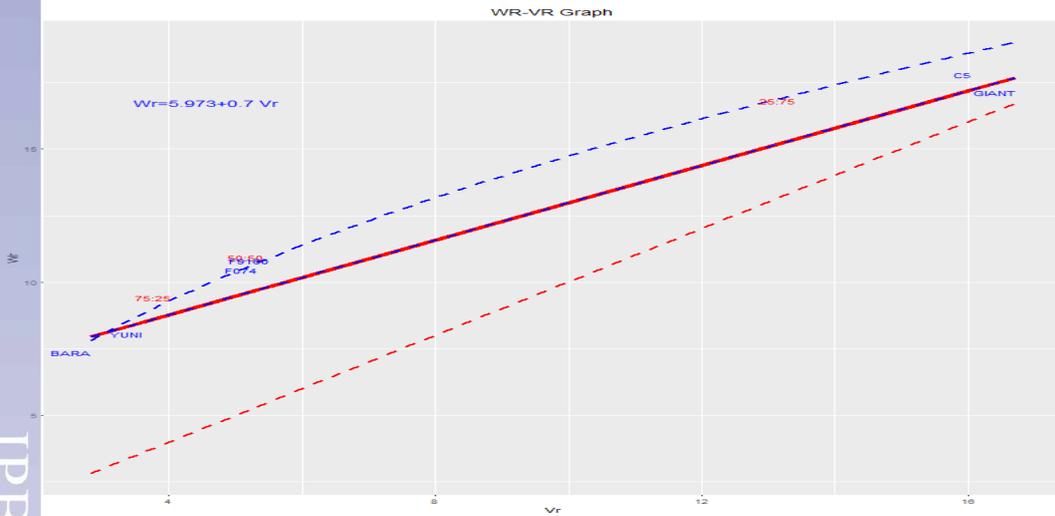
Gambar 9 Hubungan peragam (Wr) dan ragam (Vr) karakter diameter batang tanaman cabai



Gambar 10 Hubungan peragam (Wr) dan ragam (Vr) karakter panjang buah tanaman cabai



Gambar 11 Hubungan peragam (Wr) dan ragam (Vr) karakter panjang tangkai buah tanaman cabai

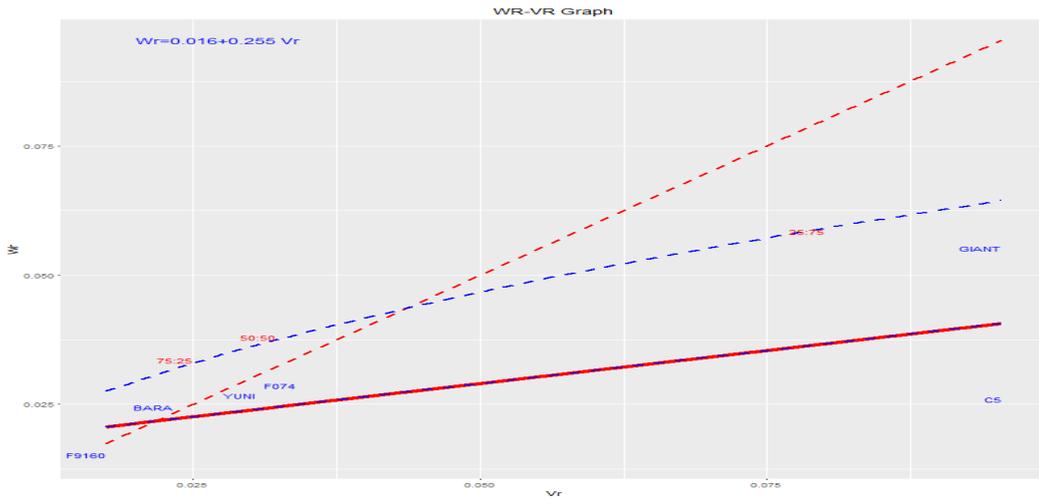


Gambar 12 Hubungan peragam (Wr) dan ragam (Vr) karakter diameter buah tanaman cabai

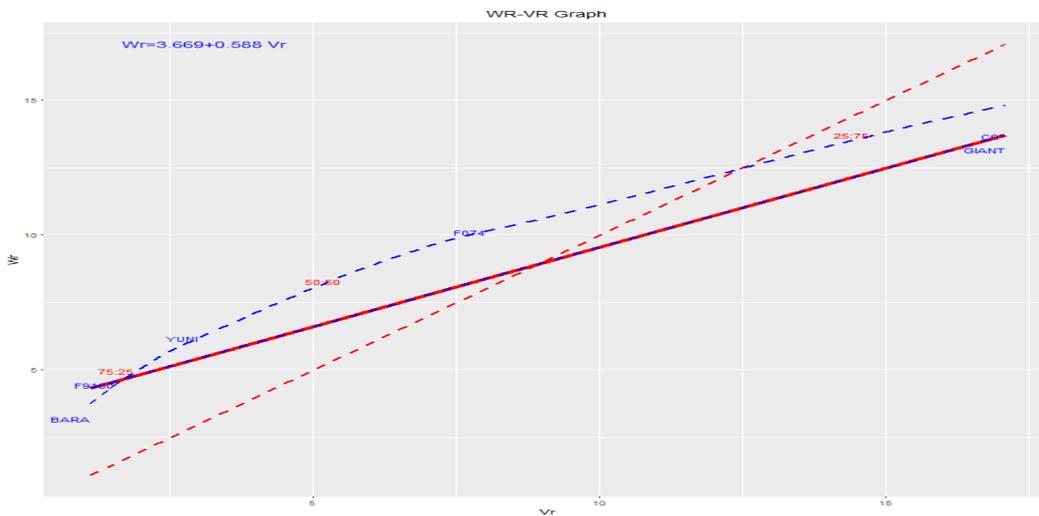
Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPBUniversity.
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPBUniversity.

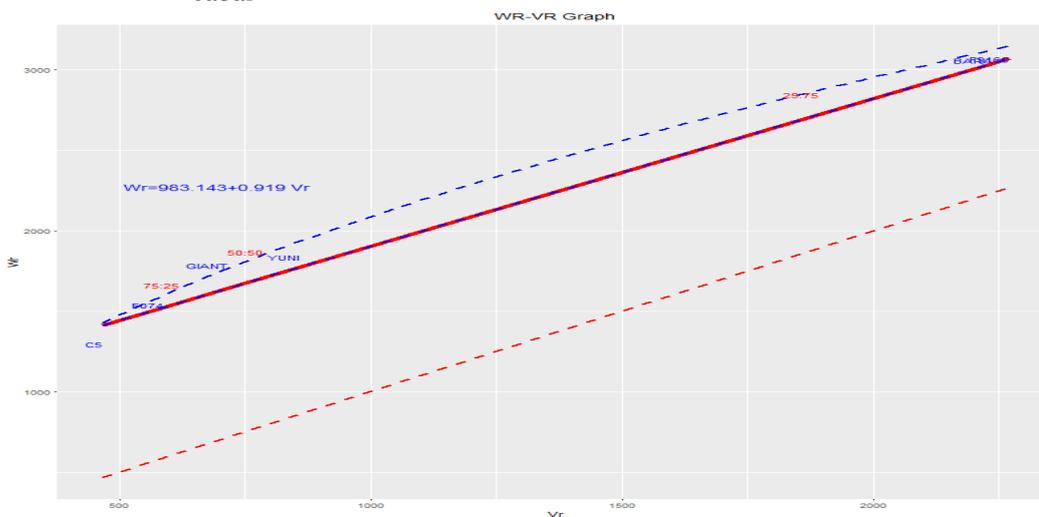
- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPBUniversity.
 2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPBUniversity.



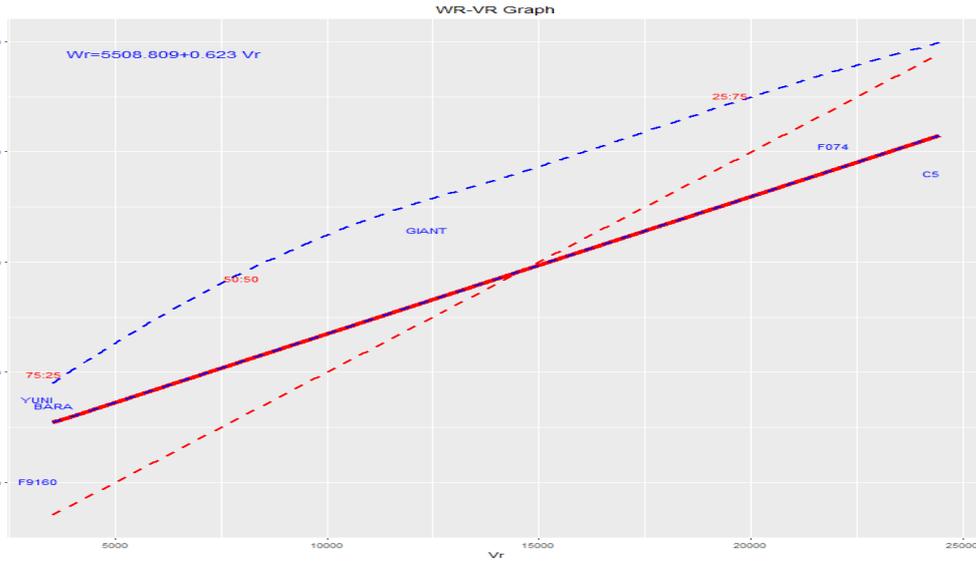
Gambar 13 Hubungan peragam (Wr) dan ragam (Vr) karakter tebal daging buah tanaman cabai



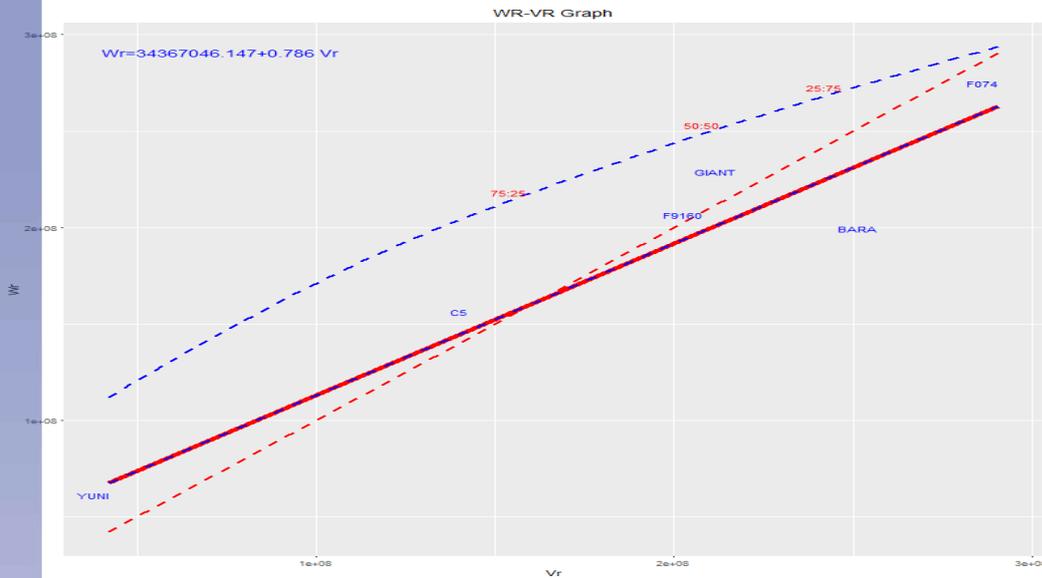
Gambar 14 Hubungan peragam (Wr) dan ragam (Vr) karakter bobot buah tanaman cabai



Gambar 15 Hubungan peragam (Wr) dan ragam (Vr) karakter jumlah buah pertanaman tanaman cabai



Gambar 16 Hubungan peragam (Wr) dan ragam (Vr) karakter bobot buah pertanaman tanaman cabai



Gambar 17 Hubungan peragam (Wr) dan ragam (Vr) karakter kandungan capsaicin tanaman cabai

3.3.9 Heritabilitas

Pendugaan nilai heritabilitas arti luas (h^2_{bs}) pada setiap karakter ditunjukkan pada Tabel 7, 8, dan 9. Hasil analisis menunjukkan bahwa nilai heritabilitas arti luas (h^2_{bs}) yang diperoleh pada seluruh karakter termasuk dalam kategori tinggi (65% - 99%). Nilai heritabilitas arti luas yang tinggi juga ditunjukkan pada penelitian Tembhume dan Rao (2012) yang memperlihatkan bahwa tanaman cabai yang diuji memiliki nilai heritabilitas arti luas yang tinggi pada karakter diameter buah. Yunandra *et al.* (2018) dalam penelitiannya melaporkan juga bahwa umur berbunga, umur panen, bobot buah, panjang buah, diameter buah, jumlah buah pertanaman cabai memiliki nilai heritabilitas arti luas yang tinggi.

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPBUniversity.
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPBUniversity.

Nilai duga heritabilitas arti sempit (h^2_{ns}) termasuk ke dalam kategori tinggi kecuali pada karakter umur berbunga. Kondisi ini menunjukkan bahwa proporsi ragam aditif pada setiap karakter yang diamati cukup tinggi. Jika nilai duga heritabilitas tinggi maka seleksi dapat dilakukan pada generasi awal karena karakter tersebut memiliki peluang yang besar diwariskan ke keturunannya (Schmidt *et al.* 2019).

Pengaruh aksi gen aditif dan aksi gen dominan dapat dilihat dari nilai rasio nilai heritabilitas arti sempit dengan nilai heritabilitas arti luas (Tabel 7, 8, 9). Karakter bobot buah pertanaman dan kandungan capsaicin menunjukkan bahwa peran aksi gen aditif (74% dan 73%) lebih besar dibandingkan dengan aksi gen dominan (26% dan 27%).

3.4 Simpulan

1. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa seluruh karakter yang diamati berpengaruh sangat nyata pada taraf 1%.
2. Karakter diameter buah, tebal daging buah, dan bobot buah pertanaman menunjukkan bahwa terdapat aksi gen epistasis yang berperan dalam penampilan karakter yang dihasilkan dilihat dari nilai b (W_r , V_r).
3. Karakter diameter batang, panjang buah, diameter buah, jumlah buah pertanaman, dan bobot buah pertanaman menunjukkan bahwa aksi gen aditif mempengaruhi lebih besar dan dapat diwariskan kepada zuriatnya
4. Kandungan capsaicin dalam penelitian ini dikendalikan oleh satu kelompok gen dan peran aksi gen yang berpengaruh yaitu aksi gen aditif.
5. Panjang daun, lebar daun, tinggi dikotomus, lebar tajuk, diameter buah, tebal daging buah, bobot buah menunjukkan bahwa karakter tersebut memiliki distribusi gen yang menyebar merata didalam tetua.
6. Tinggi dikotomus, diameter batang, panjang buah, diameter buah, bobot buah, jumlah buah pertanaman, dan bobot buah pertanaman memiliki tingkat dominansi parsial (dominan parsial atau resesif parsial).
7. Urutan dominansi untuk karakter bobot buah per tanaman adalah Bara, F9160291, Yuni, F074, Giant, C5.
8. Nilai heritabilitas arti luas (h^2_{bs}) yang diperoleh pada seluruh karakter termasuk dalam kategori tinggi (65% - 99%).



4 PENDUGAAN DAYA GABUNG CAPSAICIN DAN KARAKTER KUANTITATIF PADA CABAI (*Capsicum annuum* L.)

Abstrak

Cabai adalah satu tanaman hortikultura yang dibudidayakan dan memiliki peranan yang penting dalam kehidupan masyarakat yaitu tanaman cabai. Produktivitas tanaman cabai dapat ditingkatkan dengan kegiatan pemuliaan konvensional hibridisasi buatan yang menghasilkan varietas hibrida. Varietas hibrida adalah generasi F₁ dari suatu persilangan sepasang atau lebih tetua (galur murni) yang mempunyai sifat unggul. Tujuan penelitian ini adalah untuk memperoleh informasi daya gabung umum dan daya gabung khusus tanaman cabai hasil persilangan melalui metode persilangan dialel. Penelitian dilakukan di Kebun Percobaan Leuwikopo Departemen Agronomi dan Hortikultura IPB pada November 2019 sampai dengan Maret 2020. Rancangan yang digunakan adalah rancangan kelompok lengkap teracak (RKLK) faktor tunggal dengan 3 ulangan. Hibrida C5 x F074 menghasilkan nilai daya gabung khusus tertinggi pada karakter bobot buah pertanaman. Nilai daya gabung khusus tertinggi karakter kandungan capsaicin ditemukan pada kombinasi Bara x F9160291, Giant x Yuni, dan F074 x Yuni.

Kata kunci: cabai, daya gabung, kandungan capsaicin, produktivitas

Abstract

One of the horticultural crops that are cultivated and has an important role in community life is the chili plant. The productivity of chili plants can be increased by conventional artificial hybridization breeding activities that produce hybrid varieties. Hybrid varieties are F₁ generations from a cross of a pair or more elders (pure lines) which have superior properties. The purpose of this study was to obtain information on the general combining ability and the specific combining ability of chili plants resulting from crossing through the diallel crossing method. The study was conducted at the Leuwikopo Experimental Garden Department of Agronomy and Horticulture IPB in November 2019 to March 2020. The design used was a single factor randomized complete block design (RCBD) with 3 replications. The hybrid C5 x F074 produces the highest specific combining value in the fruit weight per plant character. The highest specific combining ability of capsaicin content was found in the combination of Bara x F9160291, Giant x Yuni, and F074 x Yuni.

Keyword: capsaicin content, chili, combining ability, productivity

4.1 Pendahuluan

Pemuliaan tanaman bermanfaat dari sudut pandang estetika dan sudut pandang ekonomis (Djati W dan Nandariyah 2011). Kegiatan pemuliaan memungkinkan untuk menjawab persoalan yang ada pada masyarakat. Terutama persoalan tentang kebutuhan masyarakat akan cabai. Salah satu teknik pemuliaan tanaman yang paling umum dikenal yaitu teknik hibridisasi dengan bantuan manusia. Hibridisasi bertujuan untuk menggabungkan genetik antara kedua tetua agar menghasilkan varietas unggul dengan memanfaatkan heterosis (Ali *et al.* 2019).

Hasanuzzaman dan Golam (2011) menyatakan bahwa metode yang tepat untuk memperoleh mekanisme gen yang terlibat pada awal generasi yaitu metode analisis dialel. Metode full dialel dapat membentuk sebuah populasi kawin acak yang seimbang menurut keseimbangan Hardy-Weinberg. Selain itu dapat juga mengetahui informasi daya gabung umum dan daya gabung khusus hasil persilangan yang telah dilakukan (Singh dan Chaudhary 1979).

Berbagai penelitian persilangan cabai dilakukan pada persilangan interspesifik khususnya pada karakter kandungan capsaicin diantaranya persilangan antara *Capsicum annum* x *Capsicum frutescens* (Yarnes *et al.* 2013) dan *Capsicum annum* x *Capsicum chinense* (Lee *et al.* 2016; Zewdie and Bosland 2000). Dalam penelitian ini digunakan persilangan dalam spesies yang sama (*Capsicum annum*). Penelitian pewarisan sifat kandungan capsaicin di Indonesia masih sangat jarang dilakukan. Oleh sebab itu, penelitian ini bertujuan memperoleh informasi daya gabung umum dan daya gabung khusus tanaman cabai hasil persilangan melalui metode persilangan dialel.

4.2 Metodologi Penelitian

4.2.1 Tempat dan Waktu

Percobaan ini dilakukan pada bulan November 2019 sampai Maret 2020 di Kebun Percobaan Leuwikopo, Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor.

4.2.2 Materi Genetik

Materi genetik yang digunakan dalam percobaan ini yaitu 6 tetua cabai (IPB C5, Bara, F074, Giant, Yuni, F9160291) dan 30 hibrid F₁ hasil kombinasi persilangan *full dialel* dari keenam tetua tersebut.

4.2.3 Metode Pelaksanaan

Tahap awal dilakukan penelitian ini yaitu pembentukan populasi tanaman cabai. Pembentukan populasi dilakukan di greenhouse perumahan IPB alam sinar sari. Pembentukan populasi dilakukan dengan cara melakukan hibridisasi dari 6 tetua sehingga diperoleh 30 kombinasi persilangan. Setelah didapatkan biji hasil

persilangan, kemudian biji ditanam serentak di kebun percobaan Leuwikopo, Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, IPB.

Kegiatan percobaan diawali dengan kegiatan penyemaian. Pemupukan dilakukan setelah bibit berumur 2 minggu setelah semai menggunakan pupuk NPK 15:15:15 (10 g L⁻¹ air). Penanaman dilakukan setelah bibit cabai berumur 30 hari setelah semai. Bedengan berukuran 1 m × 5 m dengan jarak antar bedengan 50 cm. Bedengan ditutup dengan mulsa plastik hitam perak dan dibuat lubang tanam dengan jarak 50 cm x 50 cm.

Kegiatan pemeliharaan yang dilakukan, yaitu penyiraman pada pagi dan sore hari, pemupukan dilakukan setiap satu minggu sekali menggunakan pupuk NPK 15:15:15 (10 g L⁻¹ air) sebanyak 250 mL per tanaman, penyemprotan pestisida dilakukan 2 minggu sekali menggunakan fungisida berbahan aktif Mankozeb (2 g L⁻¹) dan insektisida berbahan aktif Prefonofos (2 mL L⁻¹). Pemanenan dilakukan saat cabai telah mencapai tingkat kematangan 75% yang dilakukan setiap minggu selama 8 minggu.

4.2.4 Pengamatan

Pengamatan yang akan dilakukan pada percobaan mengacu pada Descriptors for Capsicum (IPGRI 1995) meliputi:

1. Umur berbunga (HST), jumlah hari setelah tanam sampai 50% populasi tanaman setiap bedengan berbunga.
2. Umur panen (HST), 50% tanaman di dalam petak telah mempunyai buah masak pada percabangan pertama.
3. Panjang daun (cm), pengukuran dilakukan terhadap 10 daun dewasa pada percabangan ketiga setelah dikotomus.
4. Lebar daun (cm), pengukuran dilakukan terhadap 10 daun dewasa pada percabangan ketiga setelah dikotomus.
5. Tinggi tanaman (cm), diukur dari pangkal batang sampai titik tumbuh tertinggi, diukur pada panen kedua hingga keempat.
6. Tinggi dikotomus (cm), diukur dari pangkal batang sampai titik percabangan pertama, diukur pada panen kedua hingga keempat.
7. Lebar tajuk (cm), diukur tajuk terlebar pada tanaman cabai, diukur pada panen kedua hingga keempat.
8. Diameter batang (mm), diukur 5 cm dari permukaan tanah, diukur pada panen kedua hingga keempat.
9. Panjang buah (cm), diambil rata-rata 10 buah setiap ulangan pada panen kedua hingga keempat dan diukur dari pangkal sampai ujung buah.
10. Panjang tangkai buah (cm), diambil rata-rata 10 buah setiap ulangan pada panen kedua hingga keempat dan diukur dari pangkal sampai ujung tangkai buah.
11. Diameter buah (mm), diambil rata-rata 10 buah setiap ulangan pada panen kedua hingga keempat dan diukur menggunakan jangka sorong.

12. Tebal daging buah (mm), diambil rata-rata 10 buah setiap ulangan pada panen kedua hingga keempat. Buah dibelah secara melintang dan diukur tebal daging buahnya menggunakan jangka sorong.
13. Bobot per buah (g), diambil rata-rata 10 buah setiap ulangan pada panen kedua hingga keempat dan diukur menggunakan timbangan analitik.
14. Jumlah buah per tanaman, dihitung dengan menjumlahkan total buah tiap panen selama 8 minggu dan dibagi dengan jumlah tanaman sampel.
15. Bobot buah per tanaman (g), dihitung dengan menjumlahkan bobot buah tiap panen selama 8 minggu dan dibagi dengan jumlah tanaman sampel.
16. Kandungan Capsaicin (SHU), Analisis kandungan capsaicin menggunakan *half dialel* dihitung dengan mengambil sebagian buah cabai berwarna merah yang telah masak dan dipanen pada panen kedua dan ketiga. Kandungan capsaicin diambil dari buah cabai utuh (kulit buah, biji, perikarp, plasenta) dengan cara diblender kemudian dianalisis laboratorium menggunakan metode HPLC (*High Performance Liquid Chromatography*).

4.2.5 Analisis Data

Percobaan dilakukan dengan menggunakan rancangan kelompok lengkap teracak (RKL) faktor tunggal, yaitu genotipe tanaman cabai. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu 30 F₁ hasil persilangan dan 6 genotipe tetua. Penelitian dilakukan 3 kali ulangan dan pada masing-masing ulangan terdiri atas 20 tanaman. Pendugaan nilai daya gabung umum dan daya gabung khusus dilakukan analisis dialel menggunakan pendekatan Griffing metode I (Singh dan Chaudhary 1979).

Perhitungan analisis ragam dilakukan dengan cara yang sama dengan pendekatan Hayman. Analisis dilanjutkan bila kuadrat tengah genotipe menunjukkan hasil yang berbeda nyata. Analisis daya gabung menggunakan model statistika:

$$Y_{ij} = m + g_i + g_j + s_{ij} + r_{ij} + 1/bc \sum \sum e_{ijkl}$$

Keterangan :

Y_{ij}	= nilai tengah genotipe $i \times j$
m	= nilai tengah umum
g_i	= daya gabung umum (DGU) tetua ke- i ($i= 1, 2, \dots, 6$)
g_j	= daya gabung umum (DGU) tetua ke- j ($j= 1, 2, \dots, 6$)
s_{ij}	= pengaruh daya gabung khusus (DGK)
r_{ij}	= pengaruh resiprokal
$1/bc \sum \sum e_{ijkl}$	= nilai tengah pengaruh galat



Komponen ragam untuk daya gabung disajikan pada Tabel 13.

Tabel 13 Komponen analisis ragam untuk daya gabung menggunakan metode I Griffing

Sumber keragaman	Derajat bebas	Kuadrat tengah	Kuadrat tengah harapan
Daya gabung umum	p-1	KT _u	$\sigma^2 + (2(n-1)^2/n) \sigma_k^2 + 2n\sigma_u^2$
Daya gabung khusus	1/2 p (p-1)	KT _k	$\sigma^2 + (2(n^2-n+1)^2/n^2) \sigma_k^2$
Resiprokal	1/2 p (p-1)	KT _r	$\sigma^2 + 2\sigma_r^2$
Galat	(p ² -1) (n-1)	KT _e	σ^2

n = jumlah tetua, n = jumlah ulangan, KT_u = kuadrat tengah DGU, KT_k = kuadrat tengah

DGK, KT_r = kuadrat tengah resiprokal, KT_e = kuadrat tengah galat, σ^2 = ragam

Pengaruh daya gabung umum

$$(g_i) = 1/2n(Y_{i.} + Y_{.j}) - 1/n2 Y_{..}$$

Keterangan :

- g_i = nilai daya gabung umum
- Y_{i.} = jumlah nilai tengah persilangan genotipe ke-i
- Y_{.j} = jumlah nilai tengah selfing genotipe ke-j
- Y_{..} = total nilai tengah genotipe

Pengaruh daya gabung khusus

$$(s_{ij}) = 1/2 (Y_{ij} + Y_{ji}) - 1/2n (Y_{i.} + Y_{.j} + Y_{j.} + Y_{.i}) + 1/n2 Y_{..}$$

Keterangan:

- s_{ij} = nilai daya gabung khusus
- Y_{ij} = nilai tengah genotipe i × j
- Y_{ji} = nilai tengah genotipe j × i
- Y_{i.} = jumlah nilai tengah persilangan genotipe ke-i
- Y_{.j} = jumlah nilai tengah selfing genotipe ke-j
- Y_{j.} = jumlah nilai tengah persilangan genotipe ke-j
- Y_{..} = total nilai tengah genotipe

Pengaruh resiprokal

$$(r_{ij}) = 1/2 (Y_{ij} - Y_{ji})$$

Keterangan :

- r_{ij} = pengaruh resiprokal
- Y_{ij} = nilai tengah genotipe i × j
- Y_{ji} = nilai tengah genotipe j × i

Ada - tidaknya pengaruh resiprokal diindikasikan nilai Y_{ij} = Y_{ji}.

Ragam dan galat baku

Perbedaan nilai duga DGU antar tetua dievaluasi berdasarkan nilai *critical different* (CD) dengan rumus:

$$CD = \sqrt{(KTe/p) \times t \text{ (Tabel 5\%)}}$$

Keterangan :

KTe = kuadrat tengah galat

p = jumlah tetua

Apabila selisih nilai duga DGU [suatu tetua –tetua lainnya] > nilai CD, maka antar DGU tersebut berbeda nyata. Apabila selisih nilai duga DGU [suatu tetua –tetua lainnya] < nilai CD, maka antar DGU tersebut tidak berbeda nyata (Singh dan Chaudhary 1979).

4.3 Hasil dan Pembahasan

Salah satu komponen penting dalam kegiatan pemuliaan tanaman cabai yaitu mengetahui informasi yang diperoleh dari pendugaan daya gabung umum (DGU) dan daya gabung khusus (DGK). Amegbor *et al.* (2017) mengemukakan bahwa informasi pengujian daya gabung umum dan daya gabung khusus digunakan untuk menentukan tetua dan metode pemuliaan yang sesuai dalam upaya perbaikan sifat-sifat yang diinginkan pada tanaman.

Analisis ragam uji daya gabung dibedakan menjadi 3 karakter yaitu karakter non buah, karakter buah dan karakter kandungan capsaicin. Hasil analisis ragam dapat dilihat pada Tabel 14, 15, dan 16. Nilai kuadrat tengah daya gabung umum (DGU) karakter non buah/pertumbuhan berpengaruh sangat nyata pada semua variabel pengamatan. Nilai kuadrat tengah daya gabung umum pada karakter buah dan kandungan capsaicin juga menunjukkan berbeda nyata pada seluruh variabel pengamatan.

Kuadrat tengah daya gabung khusus (DGK) pada karakter non buah, buah dan kandungan capsaicin menunjukkan berpengaruh nyata pada seluruh variabel pengamatan. Ekspresi karakter dengan pengaruh DGU dan DGK yang nyata dipengaruhi oleh peran aksi gen aditif dan non-aditif yang dalam hal ini aksi gen dominan. Sementara itu ekspresi karakter dengan pengaruh DGU saja yang nyata diduga ekspresinya hanya dipengaruhi oleh aksi gen aditif saja. Hasil analisis menunjukkan bahwa peran aksi gen yang berlaku adalah aksi gen aditif dan non-aditif yang dalam hal ini aksi gen dominan.

Tabel 14 Kuadrat tengah analisis ragam karakter non buah tanaman cabai

Sumber keragaman	db	Kuadrat tengah							
		UMB	UMP	PD	LD	TT	TD	LT	DBT
Ulangan	2	34.33	2.81	2.48	0.23	25.94	3.06	119.4	3.15
Genotipe	35	55.63**	36.92**	2.18**	0.64**	199.7**	17.7**	256.54**	3.46**
DGU	5	20.3**	39.22**	2.3**	0.98**	317.43**	27.01**	232.97**	5.33**
DGK	15	35.17**	12.56**	0.74**	0.13**	38.25**	2.42*	87.77**	0.54**
Resiprokal	15	1.33 ^{tn}	3.08**	0.18 ^{tn}	0.04 ^{tn}	11.26 ^{tn}	2.34*	34.1**	0.38*
Galat	70	1.32	0.5	0.24	0.03	7.38	1.16	13.94	0.17
KK (%)		7.2	1.84	14.06	12.97	9.27	8.75	11.14	8.67

UMB = Umur Berbunga, UMP = Umur Panen, PD = Panjang Daun, LD = Lebar Daun, TT = Tinggi Tanaman, TD = Tinggi Dikotomus, LT = Lebar Tajuk, DBT = Diameter Batang, KK = Koefisien Keragaman, * = berpengaruh nyata pada $\alpha = 1\%$, ** = berpengaruh nyata pada $\alpha = 5\%$, tn = tidak berpengaruh nyata.

Nilai resiprokal pada karakter non buah dan karakter buah sebagian besar berpengaruh nyata pada semua variabel pengamatan kecuali variabel panjang daun, lebar daun, tinggi tanaman, dan tebal daging buah. Pengaruh nyata pada resiprokal menunjukkan bahwa antara F_1 dengan F_1 resiprokal yang diuji pada penelitian ini berbeda nyata. Karakter kandungan capsaicin tidak menampilkan resiprokal dikarenakan untuk uji capsaicin digunakan populasi *half dialel*.

Tabel 15 Kuadrat tengah analisis ragam karakter buah tanaman cabai

Sumber keragaman	db	Kuadrat tengah						
		PB	PTB	DBH	TDB	BBT	JBP	BBP
Ulangan	2	1.04	1.02	4.58	0.18	0.46	14.3	4198.42
Genotipe	35	27.67**	1.04**	39.58**	0.2**	35.5**	5633.74**	52320.58**
DGU	5	51.58**	1.25**	79.81**	0.31**	65.64**	11896.89**	84129.02**
DGK	15	1.79**	0.26**	3.38**	0.05**	4.94**	396.66**	9565.64**
Resiprokal	15	2.54**	0.14**	0.8**	0.01 ^{tn}	0.78**	19.51**	3085.13**
Galat	70	0.37	0.05	0.26	0.01	0.19	2.1	960.51
KK (%)		13.23	12.21	8.47	13.15	15.31	2.79	16.38

PB = Panjang Buah, PTB = Panjang Tangkai Buah, DBH = Diameter Buah, TDB = Tebal Daging Buah, BBT = Bobot Buah, JBP = Jumlah Buah Pertanaman, BBP = Bobot Buah Pertanaman, KK = Koefisien Keragaman, ** = berpengaruh nyata pada $\alpha = 1\%$, tn = tidak berpengaruh nyata.

Tabel 16 Kuadrat tengah analisis ragam karakter kandungan capsaicin tanaman cabai

Sumber keragaman	db	Kuadrat tengah
Ulangan	1	281565.67
Genotipe	20	563268008.51**
DGU	5	877700682**
DGK	15	82945112**
Galat	20	193365.8
KK (%)		1.57

KK = Koefisien Keragaman, ** = berpengaruh nyata pada $\alpha = 1\%$.

Hasil duga daya gabung umum digunakan untuk menentukan rekomendasi tetua yang akan digunakan pada penelitian kedepan. Nilai analisis daya gabung umum masing-masing tetua untuk setiap karakter yang diamati ditampilkan pada Tabel 17, 18 dan 19. Abdalla *et al.* (2017) mengemukakan bahwa genotipe yang memiliki nilai daya gabung umum tinggi dapat digunakan sebagai tetua penyusun varietas sintetik (*synthetic variety*). Nilai daya gabung umum tertinggi pada 6 tetua menyebar rata. Hal ini menunjukkan bahwa masing-masing tetua memiliki keunggulan dalam karakter yang diinginkan.

Tetua C5 memiliki nilai daya gabung umum yang tinggi untuk beberapa karakter yang diamati, diantaranya tinggi tanaman, diameter batang, tebal daging buah, dan bobot buah per tanaman. Hal ini menunjukkan bahwa apabila ingin merakit suatu varietas baru maka tetua C5 dapat direkomendasikan menjadi tetua agar memperoleh hibrida dengan karakter tinggi tanaman, diameter batang, tebal daging buah dan bobot buah pertanaman yang tinggi.

Tetua F074 direkomendasikan menjadi tetua apabila ingin menghasilkan hibrida dengan karakter umur berbunga, panjang daun dan tinggi dikotomus yang tinggi. Tetua Giant memiliki nilai duga DGU pada karakter umur panen, lebar daun, diameter buah, dan bobot buah. Hal ini menunjukkan bahwa tetua Giant merupakan tetua penggabung umum yang baik untuk menghasilkan tanaman cabai dengan ukuran buah besar dan berat buah yang besar.

Nilai duga DGU karakter lebar tajuk, panjang buah, dan panjang tangkai buah tertinggi ditemukan pada tetua Yuni. Nilai duga DGU dengan karakter jumlah buah pertanaman tertinggi dapat ditemukan pada tetua F9160291. Hal ini menunjukkan bahwa tetua F9160291 merupakan tetua penggabung umum yang baik untuk menghasilkan tanaman cabai dengan kuantitas jumlah panen yang melimpah. Tetua yang direkomendasikan menjadi tetua penggabung umum yang baik untuk menghasilkan tanaman cabai dengan kandungan capsaicin tinggi/tingkat kepedasan yang tinggi adalah tetua Bara.

Tabel 17 Nilai duga daya gabung umum (DGU) karakter non buah tanaman cabai

Genotipe	UMB	UMP	PD	LD	TT	TD	LT	DBT
C5	0.11 ^{cd}	-0.69 ^d	0.17 ^b	0.11 ^b	4.37 ^a	-0.73 ^d	0.35 ^{bcd}	0.77 ^a
Bara	0.25 ^{bc}	-1.99 ^e	-0.49 ^{de}	-0.21 ^{cd}	-0.3 ^c	0.56 ^{bc}	1.39 ^{abc}	-0.28 ^{cd}
F074	1.33 ^a	-1.99 ^e	0.64 ^a	0.16 ^b	2.1 ^b	2.02 ^a	3.7 ^a	0.22 ^{cd}
Giant	1.11 ^{ab}	2.2 ^a	0.14 ^a	0.45 ^a	-7.47 ^e	-2.28 ^e	-8.53 ^e	-0.95 ^e
Yuni	-0.56 ^{cd}	1.4 ^b	0.06 ^{bc}	-0.25 ^{de}	5.75 ^a	0.93 ^b	2.94 ^{ab}	0.77 ^{ab}
F9160291	-2.25 ^e	1.07 ^{bc}	-0.51 ^e	-0.26 ^{de}	-4.45 ^d	-0.5 ^d	0.16 ^{bcd}	-0.09 ^c

UMB = Umur Berbunga, UMP = Umur Panen, PD = Panjang Daun, LD = Lebar Daun, TT = Tinggi Tanaman, TD = Tinggi Dikotomus, LT = Lebar Tajuk, DBT = Diameter Batang, angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji critical difference (CD) taraf 5%.



Tabel 18 Nilai duga daya gabung umum (DGU) karakter buah tanaman cabai

Genotipe	PB	PTB	DBH	TDB	BBT	JBP	BBP
C5	0.49 ^{bc}	0.31 ^{ab}	2.78 ^b	0.2 ^a	2.38 ^{ab}	-19.19 ^e	115.85 ^a
Bara	-2.27 ^{de}	-0.12 ^{cd}	-2.25 ^{de}	-0.18 ^e	-2.56 ^e	35.45 ^b	-78.66 ^e
F074	0.77 ^b	0.02 ^c	0.54 ^c	0.05 ^c	0.85 ^c	-8.57 ^d	92.87 ^{ab}
Giant	0.42 ^{bc}	-0.07 ^{cd}	3.26 ^a	0.17 ^{ab}	2.71 ^a	-40.73 ^f	-27.23 ^c
Yuni	3.05 ^a	0.37 ^a	-2.48 ^e	-0.12 ^{de}	-0.86 ^d	-6.44 ^c	-31.53 ^{cd}
F9160291	-2.45 ^e	-0.52 ^e	-1.85 ^d	-0.1 ^d	-2.52 ^e	39.48 ^a	-71.31 ^e

PB = Panjang Buah, PTB = Panjang Tangkai Buah, DBH = Diameter Buah, TDB = Tebal Daging Buah, BBT = Bobot Buah, JBP = Jumlah Buah Pertanaman, BBP = Bobot Buah Pertanaman, angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji critical difference (CD) taraf 5%.

Nilai daya gabung umum (DGU) karakter kandungan capsaicin enam tetua cabai berbeda nyata dengan masing-masing. Nilai DGU tertinggi diperoleh oleh tetua Bara yang menjadi tetua baik dalam menghasilkan hibrida dengan tingkat kepedasan tinggi. Tetua dengan nilai DGU terendah pada karakter kandungan capsaicin terlihat pada tetua Giant. Tetua Giant merupakan tetua yang bagus dan direkomendasikan apabila ingin menghasilkan hibrida cabai dengan tingkat kepedasan rendah. DGU yang memiliki nilai besar dan positif menunjukkan tetua tersebut mempunyai daya gabung baik, sebaliknya nilai DGU yang negatif menunjukkan tetua tersebut mempunyai daya gabung yang lebih rendah dengan tetua lainnya. Persilangan yang baik layaknya dihasilkan dari tetua yang memiliki nilai DGU tinggi (Iriany *et al.* 2011) khusus untuk karakter hasil dan komponen hasil.

Tabel 19 Nilai duga daya gabung umum (DGU) karakter kandungan capsaicin tanaman cabai

Genotipe	Capsaicin
C5	-10834.8 ^e
Bara	12323.97 ^a
F074	-5139.27 ^d
Giant	-11505.3 ^f
Yuni	5895.41 ^c
F9160291	9260.051 ^b

angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji critical difference (CD) taraf 5%.

Hasil analisis daya gabung khusus pada 30 hibrida untuk karakter non buah disajikan pada Tabel 20 dan untuk karakter buah disajikan pada Tabel 21, sedangkan untuk karakter kandungan capsaicin pada 15 hibrida disajikan pada Tabel 22. Karakter kandungan capsaicin dianalisis menggunakan griffing metode dua dikarenakan tidak melibatkan F₁ resiprokalnya.

Variabel umur berbunga pada Tabel 20 menunjukkan bahwa terdapat 17 kombinasi persilangan yang memiliki nilai DGK positif dan nyata. Selanjutnya untuk karakter umur panen terdapat 11 kombinasi persilangan yang memiliki nilai DGK positif dan nyata yaitu: Bara x C5, C5 x Bara, C5 x F9160291, F074 x Bara, F074 x F9160291, F9160291 x C5, F9160291 x Yuni, Giant x Yuni, Yuni x C5, Yuni x F074, Yuni x F9160291.

Kegiatan pemuliaan tanaman mengharapkan menghasilkan kombinasi persilangan yang memiliki umur berbunga dan umur panen yang lebih cepat. Hal ini ditandai dengan nilai DGU dan DGK yang negatif. Berdasarkan informasi yang diperoleh, maka kombinasi yang berpotensi untuk menjadi tanaman dengan umur berbunga dan panen yang pendek adalah kombinasi Bara x Giant, Bara x F9160291, C5 x Giant, C5 x Yuni, F074 x C5, F074 x Yuni, Yuni x Bara, dan Yuni x Giant.

Nilai duga daya gabung khusus karakter panjang dan lebar daun tertinggi dan berbeda nyata pada penelitian ini ditunjukkan oleh kombinasi F074 x Giant. Karakter tinggi tanaman dan tinggi dikotomus, nilai duga daya gabung khusus tertinggi dan berbeda nyata dengan kombinasi lainnya ditunjukkan oleh hibrida kombinasi Bara x Yuni dan kombinasi F074 x F9160291. Karakter lebar tajuk memiliki nilai duga daya gabung khusus tertinggi pada kombinasi Yuni x Bara. Diameter batang dengan nilai duga daya gabung khusus tertinggi ditunjukkan pada hibrida kombinasi F9160291 x C5.

Berdasarkan nilai hasil analisis daya gabung khusus, maka diperoleh beberapa kandidat hibrida untuk dikembangkan lebih lanjut dengan kriteria kelebihan masing-masing. Hibrida dengan umur berbunga dan panen yang pendek berdasarkan nilai DGK yaitu: Bara x Giant, Bara x F9160291, C5 x Giant, C5 x Yuni, F074 x C5, F074 x Yuni, Yuni x Bara, dan Yuni x Giant. Hibrida dengan kriteria karakter daun terbaik untuk dikembangkan yaitu F074 x Giant. Hibrida yang memiliki nilai DGK tinggi tanaman dan tinggi dikotomus tinggi ditunjukkan oleh hibrida Bara x Yuni dan F074 x F9160291. Berdasarkan nilai DGK pada karakter lebar tajuk dan diameter batang menunjukkan bahwa hibrida Yuni x Bara dan F9160291 x C5 direkomendasikan untuk dikembangkan lebih lanjut.



Tabel 20 Nilai duga daya gabung khusus (DGK) karakter non buah tanaman cabai

Genotipe		UMB	UMP	PD	LD	TT	TD	LT	DBT
Bara	x C5	1.17	1.50	0.27	0.11	-1.90	0.40	1.39	-0.01
Bara	x F074	0.61	-0.23	-0.25	-0.10	0.96	-0.02	5.29	0.31
Bara	x Giant	-2.67	-3.76	-0.11	-0.18	-2.59	0.15	-2.35	-0.08
Bara	x Yuni	0.83	-2.95	-0.16	-0.16	5.60	0.59	3.12	0.73
Bara	x F9160291	-3.14	-0.12	0.56	0.32	3.49	0.08	2.47	0.41
C5	x Bara	2.83	0.63	0.21	0.07	-0.73	0.68	1.27	-0.29
C5	x F074	3.58	-0.87	-0.16	0.03	-2.25	-1.04	-1.86	-0.36
C5	x Giant	-3.36	-2.23	0.43	0.09	-3.96	0.87	0.96	-0.13
C5	x Yuni	-5.69	-0.43	0.33	0.31	-1.40	-1.13	1.17	0.15
C5	x F9160291	-2.50	0.41	-0.34	-0.13	-2.57	0.30	-0.58	-0.14
F074	x C5	-0.33	-0.67	-0.48	-0.34	0.75	-0.92	-1.36	-0.08
F074	x Bara	0.50	1.00	0.05	0.05	-0.97	-1.98	-1.43	-0.16
F074	x Giant	0.92	-0.59	1.52	0.58	-0.08	0.64	-7.76	-0.22
F074	x Yuni	-2.25	-1.79	0.16	0.08	3.67	0.99	9.91	0.30
F074	x F9160291	-4.56	0.38	-0.63	-0.15	-0.67	1.52	-1.56	-0.29
F9160291	x C5	0.33	0.00	-0.33	-0.14	1.85	0.00	1.56	0.46
F9160291	x Bara	0.50	-1.17	-0.24	-0.12	-0.81	-0.31	0.32	-0.11
F9160291	x F074	0.50	-1.33	0.28	0.17	2.32	1.39	2.07	0.33
F9160291	x Giant	1.67	-1.17	-0.06	0.04	-2.45	-1.16	-0.99	0.27
F9160291	x Yuni	-0.67	0.67	0.07	-0.08	-3.79	-1.16	-3.79	-0.18
Giant	x C5	1.50	-0.50	-0.29	-0.09	-0.83	0.32	-4.66	-0.36
Giant	x Bara	0.00	-1.67	-0.03	-0.04	2.02	-1.10	5.24	0.22
Giant	x F074	0.00	-0.17	0.05	0.05	1.25	0.65	1.13	-0.23
Giant	x Yuni	-3.86	1.19	-0.92	-0.40	-3.20	0.24	-9.02	-0.50
Giant	x F9160291	0.17	-1.31	0.16	-0.05	-1.71	-1.84	-2.16	-0.40
Yuni	x C5	-0.83	0.50	0.59	0.14	-2.22	0.10	-3.67	-0.54
Yuni	x Bara	-0.83	-2.67	-0.08	0.17	2.06	2.48	9.56	-0.15
Yuni	x F074	0.83	1.50	-0.58	-0.11	-3.49	0.11	-4.57	-0.92
Yuni	x Giant	-0.33	-1.33	0.21	0.18	-4.68	0.03	-7.18	-1.00
Yuni	x F9160291	1.83	0.32	0.21	0.04	2.20	1.12	5.39	0.27

UMB = Umur Berbunga, UMP = Umur Panen, PD = Panjang Daun, LD = Lebar Daun, TT = Tinggi Tanaman, TD = Tinggi Dikotomus, LT = Lebar Tajuk, DBT = Diameter Batang.

Karakter non buah merupakan karakter pertumbuhan pada tanaman cabai yang mempengaruhi karakter buah tanaman cabai. Karakter buah tanaman cabai yang diamati meliputi panjang buah, panjang tangkai buah, diameter buah, tebal daging buah, bobot buah, jumlah buah pertanaman, dan bobot buah pertanaman. Nilai uji daya gabung khusus pada panjang buah 30 hibrida menghasilkan rentang nilai sebesar -3,36 – 0,94. Nilai DGK terendah dan tertinggi pada karakter panjang buah ditemukan pada hibrida Yuni x F074 dan F074 x Giant. Selain memiliki nilai DGK besar pada karakter panjang buah, F074 x Giant juga memiliki nilai DGK tertinggi pada karakter panjang tangkai buah. Hal ini menunjukkan bahwa hibrida F074 x Giant menjadi hibrida yang direkomendasikan untuk dikembangkan lebih lanjut dalam hal memperoleh cabai dengan panjang buah dan panjang tangkai buah yang besar.

Tabel 21 Nilai duga daya gabung khusus (DGK) karakter buah tanaman cabai

Genotipe			PB	PTB	DBH	TDB	BBT	JBP	BBP
Bara	x	C5	0.06	0.03	1.22	0.08	0.47	-6.76	22.97
Bara	x	F074	-0.05	-0.02	0.31	0.05	-0.09	-9.00	-11.66
Bara	x	Giant	-0.35	0.08	-1.80	-0.01	-2.22	-2.81	5.38
Bara	x	Yuni	1.26	0.19	0.32	-0.04	1.31	-18.60	60.20
Bara	x	F9160291	0.14	0.07	0.58	0.09	1.23	27.39	17.90
C5	x	Bara	-0.26	-0.03	-0.75	-0.08	-1.41	-14.19	-67.19
C5	x	F074	0.74	0.26	0.29	0.08	0.92	16.51	171.53
C5	x	Giant	0.83	-0.02	3.59	0.38	4.11	2.22	35.61
C5	x	Yuni	0.11	0.15	-1.11	-0.08	-0.91	7.71	-16.34
C5	x	F9160291	-0.25	0.03	-0.95	-0.12	-1.38	-23.07	-81.25
F074	x	C5	-0.37	-0.37	-0.12	0.05	-0.07	0.09	-4.98
F074	x	Bara	0.36	0.10	0.10	-0.01	0.09	2.98	18.76
F074	x	Giant	0.94	0.59	-0.46	0.01	0.88	0.88	7.34
F074	x	Yuni	-1.43	-0.36	0.96	0.10	-0.23	-2.02	-49.97
F074	x	F9160291	0.48	-0.23	0.17	-0.04	-0.29	-15.47	-43.98
F9160291	x	C5	-0.02	0.24	-0.24	-0.02	-0.10	5.57	9.93
F9160291	x	Bara	-0.12	0.21	0.36	0.02	0.05	5.07	14.75
F9160291	x	F074	-0.11	0.03	0.13	-0.07	-0.05	0.50	-3.41
F9160291	x	Giant	-0.16	-0.25	1.19	0.09	0.05	1.28	9.84
F9160291	x	Yuni	0.14	-0.15	-0.61	-0.02	-0.15	2.35	-9.75
Giant	x	C5	-0.12	0.25	-1.01	-0.14	-0.99	0.38	-27.32
Giant	x	Bara	0.39	0.41	0.74	0.00	0.31	0.07	25.92
Giant	x	F074	-0.19	-0.10	0.74	-0.02	0.46	-0.78	-1.42
Giant	x	Yuni	1.41	0.49	-1.30	0.02	-0.38	-0.30	-4.68
Giant	x	F9160291	-0.37	0.05	0.15	0.06	-1.17	-7.54	84.90
Yuni	x	C5	0.52	0.44	0.26	0.03	1.03	1.07	80.76
Yuni	x	Bara	-2.23	-0.19	0.07	0.03	-0.56	0.99	-54.97
Yuni	x	F074	-3.36	-0.45	0.43	0.03	-1.17	-3.22	-99.22
Yuni	x	Giant	-1.42	0.07	-0.40	-0.11	-1.26	3.79	-30.10
Yuni	x	F9160291	-0.51	-0.29	0.62	0.04	0.52	6.12	38.48

PB = Panjang Buah, PTB = Panjang Tangkai Buah, DBH = Diameter Buah, TDB = Tebal Daging Buah, BBT = Bobot Buah, JBP = Jumlah Buah Pertanaman, BBP = Bobot Buah Pertanaman.

Tiga nilai DGK tertinggi pada karakter diameter buah terlihat pada hibrida C5 x Giant, F9160291 x Giant, dan F074 x Yuni sebesar 3,59; 1,19; dan 0,96. Ketika dilihat dari karakter tebal daging buah, hibrida F074 x Yuni justru memiliki nilai DGK tertinggi sebesar 0,10 dan pada urutan kedua yaitu hibrida F9160291 x Giant sebesar 0,09. Apabila dilihat dari kedua karakter sekaligus, hibrida F074 x Yuni mendapatkan rekomendasi untuk dilanjutkan.

Tabel 22 Nilai duga daya gabung khusus (DGK) karakter kandungan capsaicin tanaman cabai

	Genotipe	Capsaicin
Bara	x F074	4795.60
Bara	x Giant	1555.97
Bara	x Yuni	-2705.58
Bara	x F9160291	17847.27
C5	x Bara	-9336.45
C5	x F074	-6653.60
C5	x Giant	612.04
C5	x Yuni	5595.03
C5	x F9160291	5997.99
F074	x Giant	-6289.21
F074	x Yuni	11590.29
F074	x F9160291	3385.23
Giant	x Yuni	11624.55
Giant	x F9160291	1001.45
Yuni	x F9160291	9260.05

Bobot buah dan jumlah buah pertanaman dan bobot buah pertanaman menjadi karakter yang penting dalam menghitung potensi produktivitas cabai. Nilai DGK tertinggi pada karakter bobot buah berturut-turut ditunjukkan oleh hibrida Bara x Yuni, Yuni x C5, dan C5 x F074. Karakter jumlah buah pertanaman tertinggi diperlihatkan oleh hibrida Bara x F9160291 dan C5 x F074. Sedangkan bobot buah pertanaman tertinggi diperlihatkan oleh hibrida C5 x F074. Berdasarkan ketiga karakter (bobot buah, jumlah buah pertanaman, dan bobot buah pertanaman) hibrida C5 x F074 menjadi hibrida yang direkomendasikan untuk menghasilkan potensi produktivitas yang lebih baik. Tingkat kepedasan dalam pemuliaan tanaman cabai nasional menjadi sebuah pertimbangan dalam kegiatan seleksi. Berdasarkan nilai DGK, hibrida yang menunjukkan nilai DGK tertinggi pada karakter kandungan capsaicin yaitu Bara x F9160291, Giant x Yuni, dan F074 x Yuni. Sehingga diperoleh banyak kandidat hibrida yang direkomendasikan berdasarkan keunggulan masing-masing.

Berdasarkan nilai DGU dan DGK pada karakter yang diamati, beberapa kombinasi persilangan menunjukkan bahwa kedua tetua memiliki nilai DGU tinggi namun menghasilkan nilai DGK yang rendah. Begitupun sebaliknya ketika kedua tetua memiliki nilai DGU rendah justru menghasilkan hibrida dengan nilai DGK yang tinggi. El Badawy (2013) dalam penelitiannya mengalami hal serupa bahwa terdapat kombinasi persilangan dengan nilai DGK tinggi yang dihasilkan dari tetua yang memiliki DGU rendah x DGU tinggi dalam beberapa karakter penting yang diamati. Hal ini disebabkan oleh gen-gen yang menguntungkan pada tetua yang menutupi gen-gen merugikan pada tetua pasangannya sehingga mampu bergabung dengan baik (Bharati *et al.* 2019).

Keragaan tanaman menjadi pertimbangan dalam menentukan dan menilai keunggulan varietas hibrida yang akan dikembangkan lebih lanjut. Perakitan varietas hibrida melalui kegiatan pemuliaan tanaman juga dapat memanfaatkan fenomena heterosis dan heterobeltiosis sebagai pertimbangan melakukan seleksi. Apabila varietas hibrida memiliki nilai heterosis dan heterobeltiosis yang terbaik

namun memiliki keragaan yang tidak baik maka hibrida tersebut tidak mudah dimanfaatkan untuk menjadi varietas hibrida.

Nilai heterosis merupakan sebuah bentuk superioritas penampilan suatu hibrida dibandingkan nilai tengah kedua tetuanya, sedangkan nilai heterobeltiosis yaitu sebuah bentuk superioritas penampilan suatu hibrida dibandingkan penampilan tetua terbaik (Meena *et al.* 2017). Perbedaan heterosis dan heterosis terletak pada perbandingan tetua. Heterosis membandingkan dengan nilai tengah kedua tetua sedangkan heterobeltiosis membandingkan dengan nilai penampilan tetua terbaik.

Data heterosis dan heterobeltiosis untuk setiap karakter non buah, karakter buah dan karakter kandungan capsaicin disajikan pada Tabel 23, 24 dan 25. Rentang nilai heterosis pada karakter umur berbunga sebesar $-39,81 - 2,13\%$ dan $-42,06 - 0,00\%$ pada rentang nilai heterobeltiosis yang dihasilkan. Sedangkan pada karakter umur panen memiliki rentang nilai heterosis sebesar $-16,29 - 0,00\%$ dan $-20,94 - -2,40\%$ pada rentang nilai heterobeltiosisnya. Nilai heterosis dan heterobeltiosis pada umur berbunga tertinggi ditunjukkan pada hibrida Yuni x C5. Sedangkan nilai heterosis dan heterobeltiosis pada umur panen tertinggi ditunjukkan pada hibrida Giant x Bara. Hal ini menunjukkan bahwa kombinasi Yuni x C5 memiliki potensi umur berbunga cepat dan kombinasi Giant x Bara memiliki potensi umur panen cepat.

Nilai heterosis dan heterobeltiosis tertinggi pada karakter daun (panjang dan lebar daun) ditunjukkan oleh hibrida Giant x F074 dan C5 x F074. Besaran nilai heterosis dan heterobeltiosis panjang daun hibrida Giant x F074 yang dihasilkan yaitu $41,14\%$ dan $25,71\%$. Sedangkan nilai heterosis dan heterobeltiosis pada lebar daun hibrida C5 x F074 yang dihasilkan yaitu $33,77\%$ dan $32,90\%$. Meseka *et al.* (2018) menyatakan bahwa pada tanaman menyerbuk sendiri nilai heterosis komponen hasil sebesar $\geq 20\%$ sudah cukup atau memiliki peluang besar untuk merakit varietas hibrida.

Rentang nilai heterosis dan heterobeltiosis (Tabel 23) pada karakter tinggi tanaman yaitu $-27,23 - 29,27\%$ dan $-39,15 - 18,71\%$. Karakter tinggi dikotomus dan lebar tajuk memiliki rentang nilai heterosis $-13,31 - 22,31\%$ dan $-36,77 - 43,81\%$ serta nilai heterobeltiosis berturut turut pada rentang $-18,87 - 21,12\%$ dan $-40,87 - 40,67\%$. Nilai heterosis dan heterobeltiosis pada karakter tinggi dikotomus dan lebar tajuk ditunjukkan oleh hibrida Yuni x Bara. Hibrida Yuni x Bara juga memiliki nilai heterosis tertinggi pada karakter tinggi tanaman, namun untuk nilai heterobeltiosis tertinggi karakter tinggi tanaman ditunjukkan oleh hibrida F074 x Yuni. Karakter diameter batang Bara x Yuni memiliki nilai heterosis tertinggi namun untuk nilai heterobeltiosis tertinggi ditunjukkan oleh hibrida F074 x Yuni.



Tabel 23 Nilai heterosis (H_{MP}) dan heterobeltiosis (H_{HP}) karakter non buah tanaman cabai

Genotipe	UMB		UMP		PD		LD		TT		TD		LT		DBT	
	H_{MP}	H_{HP}	H_{MP}	H_{HP}	H_{MP}	H_{HP}	H_{MP}	H_{HP}	H_{MP}	H_{HP}	H_{MP}	H_{HP}	H_{MP}	H_{HP}	H_{MP}	H_{HP}
BARA x C5	2.13	-3.03	-3.40	-4.33	15.54	4.69	15.84	10.19	-8.32	-25.89	8.14	6.14	14.77	8.04	-1.76	-20.69
BARA x YUNI	-11.22	-18.69	-7.48	-10.00	-2.57	-15.50	-20.13	-20.57	20.92	7.85	-1.14	-2.10	7.17	4.82	25.33	8.93
BARA x F074	-4.86	-8.33	-8.87	-11.06	2.65	-11.73	2.43	-3.16	12.64	2.18	16.97	11.11	24.25	13.73	12.47	1.93
BARA x F9160291	-27.87	-29.79	-3.37	-3.37	18.63	15.87	20.97	16.29	19.01	15.83	8.61	3.93	16.68	12.65	13.81	2.16
BARA x GIANT	-22.93	-31.90	-11.76	-16.67	11.99	7.57	-5.09	-22.83	-15.46	-18.97	10.79	-0.48	-22.87	-29.34	-5.96	-12.77
C5 x BARA	-5.32	-10.10	-7.77	-8.65	5.62	-4.30	5.59	0.44	-1.64	-20.49	4.21	2.28	9.66	3.24	-1.41	-20.41
C5 x YUNI	-34.95	-37.38	-5.66	-9.09	-3.46	-8.08	12.94	8.01	-1.93	-12.39	-2.38	-5.10	19.06	14.49	8.12	-0.94
C5 x F074	1.54	0.00	-4.48	-5.88	13.85	7.37	33.77	32.90	-12.36	-23.00	3.54	-3.37	3.32	0.27	-8.86	-19.97
C5 x F9160291	-29.53	-31.31	-1.46	-2.40	3.97	-3.73	9.61	0.44	-17.07	-34.33	3.71	1.06	0.20	-2.39	-11.70	-21.73
C5 x GIANT	-33.02	-37.93	-8.68	-14.53	27.02	19.51	13.42	-3.94	-24.40	-36.78	2.31	-6.53	-6.83	-9.51	-9.24	-22.00
F074 x BARA	-1.62	-5.21	-5.91	-8.17	4.40	-10.23	6.84	1.01	8.64	-1.45	-0.99	-5.95	19.15	9.06	8.06	-2.06
F074 x C5	-0.51	-2.02	-6.47	-7.84	-1.36	-6.97	3.98	3.30	-9.94	-20.87	-4.95	-11.29	-1.23	-4.15	-10.64	-21.53
F074 x YUNI	-25.12	-28.97	-9.57	-14.09	13.32	12.18	15.04	9.34	20.98	18.71	12.67	8.03	37.93	28.88	19.16	13.71
F074 x F9160291	-31.58	-32.29	0.00	-2.40	-10.37	-21.35	-4.26	-12.79	-3.80	-14.82	8.31	-1.31	0.29	-5.10	-10.58	-11.53
F074 x GIANT	-12.26	-19.83	-7.41	-14.53	39.50	24.26	27.52	8.59	-12.49	-17.39	5.32	-9.59	-27.75	-27.81	-10.19	-12.42
F9160291 x C5	-27.46	-29.29	-1.46	-2.40	-8.25	-15.05	-4.05	-12.08	-10.44	-29.08	3.74	1.08	5.76	3.03	-1.55	-12.74
F9160291 x BARA	-24.59	-26.60	-6.73	-6.73	8.97	6.44	9.40	5.16	15.18	12.11	5.56	1.01	17.91	13.83	10.70	-0.63
F9160291 x YUNI	-22.39	-27.10	-1.40	-4.09	1.42	-10.23	-4.92	-9.09	4.58	-8.91	7.18	1.60	16.03	14.49	5.80	2.00
F9160291 x F074	-28.42	-29.17	-3.94	-6.25	-0.89	-13.03	11.36	1.44	6.01	-6.14	21.47	10.68	7.41	1.63	-2.08	-3.12
F9160291 x GIANT	-19.05	-26.72	-8.14	-13.25	12.50	10.58	0.90	-20.40	-21.61	-26.78	-13.31	-18.87	-19.85	-24.10	-11.21	-14.32
GIANT x F074	-12.26	-19.83	-7.87	-14.96	41.14	25.71	30.96	11.52	-7.51	-12.69	11.83	-4.00	-24.08	-24.14	-16.24	-18.32
GIANT x C5	-24.65	-30.17	-10.05	-15.81	16.68	9.79	7.33	-9.09	-27.23	-39.15	5.75	-3.38	-22.48	-24.70	-17.36	-28.99
GIANT x YUNI	-33.63	-36.21	-3.52	-6.41	-13.15	-21.94	-23.44	-37.47	-1.65	-8.80	6.03	-5.58	-11.72	-17.45	3.87	-3.22
GIANT x BARA	-22.93	-31.90	-16.29	-20.94	10.72	6.35	-8.32	-25.45	-6.57	-10.44	-0.96	-11.03	-4.22	-12.26	0.39	-6.88
GIANT x F9160291	-28.57	-35.34	-4.98	-10.26	14.65	12.70	-2.30	-22.93	-10.53	-16.43	-0.33	-6.72	-16.44	-20.88	-18.26	-21.12
YUNI x F074	-20.20	-24.30	-5.26	-10.00	-4.41	-5.36	5.52	0.29	8.15	6.13	13.69	9.01	22.01	14.01	-3.44	-7.85
YUNI x BARA	-16.33	-23.36	-14.95	-17.27	-5.46	-18.01	-3.77	-4.31	29.27	15.30	22.31	21.12	43.81	40.67	21.29	5.42
YUNI x C5	-39.81	-42.06	-4.25	-7.73	15.39	9.87	25.72	20.23	-8.99	-18.70	-1.37	-4.12	5.86	1.80	-3.27	-11.38
YUNI x F9160291	-18.41	-23.36	-3.27	-5.91	-1.07	-12.43	2.75	-1.75	20.28	4.77	18.65	12.48	30.02	28.30	10.13	6.18
YUNI x GIANT	-35.43	-37.93	-7.05	-9.83	-5.98	-15.50	-9.83	-26.36	-19.90	-25.71	6.35	-5.29	-36.77	-40.87	-21.12	-26.51

UMB = Umur Berbunga, UMP = Umur Panen, PD = Panjang Daun, LD = Lebar Daun, TT = Tinggi Tanaman, TD = Tinggi Dikotomus, LT = Lebar Tajuk, DBT = Diameter Batang, HMP = Heterosis mid parent, HHP = Heterosis high parent (Heterobeltiosis).

Tabel 24 Nilai heterosis (H_{MP}) dan heterobeltiosis (H_{HP}) karakter buah tanaman cabai

Genotipe	PB		PTB		DBH		TDB		BBT		JBP		BBP	
	H_{MP}	H_{HP}	H_{MP}	H_{HP}	H_{MP}	H_{HP}								
BARA x C5	14.57	-23.15	10.91	-1.59	3.00	-23.49	10.60	-16.06	-18.76	-54.82	-29.09	-52.13	-6.07	-37.97
BARA x YUNI	54.07	-7.50	19.43	1.90	-10.25	-18.21	-5.17	-11.29	76.31	17.25	-24.21	-44.20	65.20	40.39
BARA x F074	5.24	-31.56	5.01	-0.80	2.01	-12.83	22.40	4.27	-5.81	-44.75	-19.35	-41.13	2.81	-29.23
BARA x F9160291	12.32	-1.88	-7.19	-9.87	-2.54	-9.92	11.15	0.21	3.72	3.68	4.13	3.15	8.05	7.00
BARA x GIANT	19.37	-15.24	18.25	-0.13	-25.97	-46.99	30.37	12.40	-50.28	-72.58	-15.73	-54.08	29.64	21.42
C5 x BARA	12.26	-24.70	9.01	-3.28	-18.99	-39.83	-7.30	-29.64	-39.09	-66.12	-17.84	-44.53	-19.52	-46.85
C5 x YUNI	5.69	-16.09	-0.14	-4.53	-10.59	-37.44	0.13	-20.16	-20.11	-46.46	-3.15	-15.69	-16.46	-39.08
C5 x F074	24.48	17.06	29.83	21.45	12.55	-5.19	19.59	3.81	32.79	9.43	8.97	-4.02	48.95	37.88
C5 x F9160291	1.89	-25.77	-7.12	-19.66	1.01	-28.69	-0.47	-18.14	-25.25	-58.43	-33.09	-55.05	-18.06	-45.63
C5 x GIANT	39.27	26.25	20.04	-7.94	33.05	25.73	78.14	52.76	73.54	66.27	-18.73	-48.94	44.84	-7.30
F074 x BARA	17.80	-23.38	12.37	6.16	4.39	-10.79	19.69	1.95	-0.11	-41.40	-14.76	-37.78	15.19	-20.71
F074 x C5	15.59	8.70	6.16	-0.70	10.63	-6.81	29.13	12.09	30.82	7.80	9.22	-3.80	46.87	35.96
F074 x YUNI	24.37	3.69	9.04	-2.17	11.35	-11.85	23.35	11.51	41.20	7.66	-8.30	-9.53	29.45	-0.43
F074 x F9160291	10.82	-22.29	-12.41	-19.50	11.80	-10.47	16.24	9.04	-6.45	-45.11	-20.36	-42.22	1.33	-29.87
F074 x GIANT	35.69	16.42	59.49	28.62	-3.53	-22.37	40.58	38.57	22.59	-2.31	-13.61	-48.36	37.48	-8.65
F9160291 x C5	1.00	-26.42	9.53	-5.26	-3.59	-31.94	-5.20	-22.02	-29.66	-60.88	-23.96	-48.91	-12.27	-41.79
F9160291 x BARA	4.79	-8.46	9.57	6.41	8.26	0.06	17.20	5.66	14.34	14.30	9.77	8.74	25.66	24.44
F9160291 x YUNI	-2.51	-38.16	-17.35	-31.16	0.71	-0.83	6.55	2.39	-1.64	-34.58	-1.02	-27.57	24.91	7.02
F9160291 x F074	7.31	-24.74	-9.93	-17.22	14.92	-7.97	0.27	-5.93	-9.55	-46.93	-19.61	-41.67	-0.90	-31.42
F9160291 x GIANT	9.18	-14.72	10.18	-4.63	15.04	-21.39	46.07	38.92	-21.23	-56.56	-16.53	-54.58	106.41	91.55
GIANT x F074	30.75	12.18	51.15	21.89	7.49	-13.50	37.13	35.17	35.29	7.81	-16.80	-50.27	36.51	-9.30
GIANT x C5	35.96	23.24	39.46	6.95	20.27	13.66	52.80	31.03	50.69	44.38	-16.78	-47.71	28.33	-17.87
GIANT x YUNI	45.99	7.88	40.36	4.35	-9.41	-38.60	47.95	35.49	27.75	-16.21	-22.80	-54.06	54.23	24.22
GIANT x BARA	36.93	-2.77	55.60	31.41	-13.69	-38.19	31.53	13.41	-38.07	-65.85	-15.59	-54.00	63.02	52.68
GIANT x F9160291	15.47	-9.80	33.44	15.51	-5.84	-35.66	24.97	18.85	-23.40	-57.76	-19.13	-56.00	93.87	79.92
YUNI x F074	-36.63	-47.17	-18.32	-26.72	21.97	-3.44	31.00	18.42	-15.77	-35.78	-16.07	-17.20	-29.15	-45.50
YUNI x BARA	-2.08	-41.21	7.11	-8.61	-8.24	-16.38	3.11	-3.54	17.14	-22.09	-22.71	-43.10	10.62	-5.99
YUNI x C5	15.65	-8.18	24.68	19.20	-5.51	-33.88	5.61	-15.79	16.82	-21.72	-0.23	-13.14	26.38	-7.85
YUNI x F9160291	-5.73	-40.20	-7.56	-23.01	20.86	19.03	11.24	6.90	14.83	-23.62	-4.57	-30.16	34.52	15.25
YUNI x GIANT	16.94	-13.59	45.72	8.33	-16.45	-43.37	20.17	10.06	-14.73	-44.07	-7.64	-45.03	22.70	-1.18

PB = Panjang Buah, PTB = Panjang Tangkai Buah, DBH = Diameter Buah, TDB = Tebal Daging Buah, BBT = Bobot Buah, JBP = Jumlah Buah Pertanaman, BBP = Bobot Buah Pertanaman, HMP = Heterosis *mid parent*, HHP = Heterosis *high parent* (Heterobeltiosis)

Data heterosis dan heterobeltiosis karakter buah yang disajikan pada Tabel 24 menunjukkan bahwa nilai heterosis dan heterobeltiosis tertinggi pada karakter panjang buah sebesar 54,07% dan 26,25%. Nilai tersebut dihasilkan dari dua hibrida yang berbeda yaitu Bara x Yuni dan C5 x Giant. Karakter panjang tangkai buah, diameter buah, dan tebal daging buah memiliki kisaran nilai heterosis sebesar 18,32 – 59,49%, -25,97 – 33,05%, dan -7,30 – 78,14%. Sedangkan nilai heterobeltiosis untuk ketiga karakter tersebut berada pada kisaran -31,16 – 31,41%, 46,99 – 25,73%, dan -29,64 – 52,76%. Kombinasi C5 x Giant memiliki nilai heterosis dan heterobeltiosis tertinggi pada karakter diameter buah dan tebal daging buah. Sedangkan pada karakter panjang tangkai buah, nilai heterosis tertinggi ditunjukkan oleh hibrida F074 x Giant dan hibrida Giant x Bara untuk nilai heterobeltiosis tertinggi.

Karakter bobot buah, jumlah buah pertanaman dan bobot buah pertanaman merupakan karakter penting dalam produktivitas tanaman cabai. Nilai heterosis tertinggi pada ketiga karakter tersebut ditunjukkan oleh hibrida Bara Yuni, F9160291 Bara, F9160291 x Giant. Nilai heterobeltiosis yang tinggi pada karakter jumlah buah pertanaman dan bobot buah pertanaman juga serupa ditunjukkan oleh hibrida tersebut. Perbedaan nilai heterobeltiosis tertinggi terletak pada karakter bobot buah dengan hibrida C5 x Giant yang memiliki nilai tertinggi. Nilai heterosis pada karakter bobot buah pertanaman berada pada kisaran -29,15 – 106,41%. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa karakter bobot buah per tanaman memiliki heterosis yang tinggi berkisar -39.19 - 211.00 % (Sekhar *et al.* 2010; Ahmad *et al.* 2011; Farzane *et al.* 2012; Souza *et al.* 2013)

Tabel 25 Nilai heterosis (H_{MP}) dan heterobeltiosis (H_{HP}) karakter kandungan capsaicin tanaman cabai

Genotipe			H_{MP}	Capsaicin	H_{HP}
Bara	x	F074	22.71893		-11.3352
Bara	x	Giant	19.08692		-27.8594
Bara	x	Yuni	12.49188		-5.25666
Bara	x	F9160291	52.51921		35.8876
C5	x	Bara	-18.5933		-45.4438
C5	x	F074	-25.8156		-34.54
C5	x	Giant	11.17119		-9.8611
C5	x	Yuni	35.02031		1.07917
C5	x	F9160291	34.8451		-3.23076
F074	x	Giant	-12.8694		-35.7232
F074	x	Yuni	58.12001		30.46235
F074	x	F9160291	31.9862		3.551683
Giant	x	Yuni	75.00342		14.54835
Giant	x	F9160291	32.6984		-15.6986
Yuni	x	F9160291	21.40166		13.83564

H_{MP} = Heterosis *mid parent*, H_{HP} = Heterosis *high parent* (Heterobeltiosis)

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPBUniversity.
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPBUniversity.

Nilai heterosis dan heterobeltiosis pada karakter kandungan capsaicin ditunjukkan pada Tabel 25. Nilai heterosis kandungan capsaicin berada pada kisaran -25,8156 – 75,00342%. Heterosis yang tinggi mencerminkan perbedaan frekuensi alel-alel yang dimiliki oleh tetuanya sangat besar dan tetua tersebut memiliki gen-gen yang menguntungkan serta berinteraksi positif jika digabungkan (Bhutia *et al.* 2015)

Tabel 26 Nilai duga daya gabung khusus (DGK), heterosis (H_{MP}) dan heterobeltiosis (H_{HP}) karakter produktivitas cabai

Genotype	DBH			BBT			BBP		
	DGK	H_{MP}	H_{HP}	DGK	H_{MP}	H_{HP}	DGK	H_{MP}	H_{HP}
BARA x C5	1.22	3.00	-23.49	0.47	-18.76	-54.82	22.97	-6.07	-37.97
BARA x F074	0.31	2.01	-12.83	-0.09	-5.81	-44.75	-11.66	2.81	-29.23
BARA x GIANT	-1.80	-25.97	-46.99	-2.22	-50.28	-72.58	5.38	29.64	21.42
BARA x YUNI	0.32	-10.25	-18.21	1.31	76.31	17.25	60.20	65.20	40.39
BARA x F9160291	0.58	-2.54	-9.92	1.23	3.72	3.68	17.90	8.05	7.00
C5 x BARA	-0.75	-18.99	-39.83	-1.41	-39.09	-66.12	-67.19	-19.52	-46.85
C5 x F074	0.29	12.55	-5.19	0.92	32.79	9.43	171.53	48.95	37.88
C5 x GIANT	3.59	33.05	25.73	4.11	73.54	66.27	35.61	44.84	-7.30
C5 x YUNI	-1.11	-10.59	-37.44	-0.91	-20.11	-46.46	-16.34	-16.46	-39.08
C5 x F9160291	-0.95	1.01	-28.69	-1.38	-25.25	-58.43	-81.25	-18.06	-45.63
F074 x C5	-0.12	10.63	-6.81	-0.07	30.82	7.80	-4.98	46.87	35.96
F074 x BARA	0.10	4.39	-10.79	0.09	-0.11	-41.40	18.76	15.19	-20.71
F074 x GIANT	-0.46	-3.53	-22.37	0.88	22.59	-2.31	7.34	37.48	-8.65
F074 x YUNI	0.96	11.35	-11.85	-0.23	41.20	7.66	-49.97	29.45	-0.43
F074 x F9160291	0.17	11.80	-10.47	-0.29	-6.45	-45.11	-43.98	1.33	-29.87
F9160291 x C5	-0.24	-3.59	-31.94	-0.10	-29.66	-60.88	9.93	-12.27	-41.79
F9160291 x BARA	0.36	8.26	0.06	0.05	14.34	14.30	14.75	25.66	24.44
F9160291 x F074	0.13	14.92	-7.97	-0.05	-9.55	-46.93	-3.41	-0.90	-31.42
F9160291 x GIANT	1.19	15.04	-21.39	0.05	-21.23	-56.56	9.84	106.41	91.55
F9160291 x YUNI	-0.61	0.71	-0.83	-0.15	-1.64	-34.58	-9.75	24.91	7.02
GIANT x C5	-1.01	20.27	13.66	-0.99	50.69	44.38	-27.32	28.33	-17.87
GIANT x BARA	0.74	-13.69	-38.19	0.31	-38.07	-65.85	25.92	63.02	52.68
GIANT x F074	0.74	7.49	-13.50	0.46	35.29	7.81	-1.42	36.51	-9.30
GIANT x YUNI	-1.30	-9.41	-38.60	-0.38	27.75	-16.21	-4.68	54.23	24.22
GIANT x F9160291	0.15	-5.84	-35.66	-1.17	-23.40	-57.76	84.90	93.87	79.92
YUNI x C5	0.26	-5.51	-33.88	1.03	16.82	-21.72	80.76	26.38	-7.85
YUNI x BARA	0.07	-8.24	-16.38	-0.56	17.14	-22.09	-54.97	10.62	-5.99
YUNI x F074	0.43	21.97	-3.44	-1.17	-15.77	-35.78	-99.22	-29.15	-45.50
YUNI x GIANT	-0.40	-16.45	-43.37	-1.26	-14.73	-44.07	-30.10	22.70	-1.18
YUNI x F9160291	0.62	20.86	19.03	0.52	14.83	-23.62	38.48	34.52	15.25

DGK = daya gabung khusus, H_{MP} = Heterosis *mid parent*, H_{HP} = Heterosis *high parent* (Heterobeltiosis)

Hibrida C5 x Giant secara keseluruhan memiliki nilai tertinggi (nilai DGK, nilai heterosis, dan nilai heterobeltiosis) pada karakter diameter buah. Hibrida ini juga menunjukkan tertinggi pada nilai DGK dan heterobeltiosisnya dalam karakter bobot buah. Namun nilai heterosis tertinggi pada karakter bobot buah ditunjukkan oleh hibrida Bara x Yuni. Kombinasi F9160291 x Giant memiliki nilai heterosis dan nilai heterobeltiosis yang tertinggi pada karakter bobot buah pertanaman, namun tidak menjadi tertinggi pada nilai DGKnya.

Tabel 27 Nilai duga daya gabung khusus (DGK), heterosis (H_{MP}) dan heterobeltiosis (H_{HP}) karakter kandungan capsaicin

Genotipe	Capsaicin		
	DGK	H_{MP}	H_{HP}
Bara x F074	4795.60	22.71893	-11.3352
Bara x Giant	1555.97	19.08692	-27.8594
Bara x Yuni	-2705.58	12.49188	-5.25666
Bara x F9160291	17847.27	52.51921	35.8876
C5 x Bara	-9336.45	-18.5933	-45.4438
C5 x F074	-6653.60	-25.8156	-34.54
C5 x Giant	612.04	11.17119	-9.8611
C5 x Yuni	5595.03	35.02031	1.07917
C5 x F9160291	5997.99	34.8451	-3.23076
F074 x Giant	-6289.21	-12.8694	-35.7232
F074 x Yuni	11590.29	58.12001	30.46235
F074 x F9160291	3385.23	31.9862	3.551683
Giant x Yuni	11624.55	75.00342	14.54835
Giant x F9160291	1001.45	32.6984	-15.6986
Yuni x F9160291	9260.05	21.40166	13.83564

DGK = daya gabung khusus, H_{MP} = Heterosis *mid parent*, H_{HP} = Heterosis *high parent* (Heterobeltiosis).

Kombinasi persilangan yang memiliki potensi lebih lanjut untuk menjadi varietas hibrida adalah kombinasi Giant x Yuni karena memiliki nilai DGK dan heterosis tertinggi pada karakter kandungan capsaicin. Hibrida Bara x F9160291 juga memiliki potensi lebih lanjut menjadi varietas hibrida apabila dipertimbangkan berdasarkan nilai heterobeltiosisnya.

Hak cipta milik IPB University

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

4.4 Simpulan

1. Daya gabung umum (DGU) dan daya gabung khusus (DGK) pada karakter non buah, buah dan kandungan capsaicin menunjukkan berpengaruh nyata pada seluruh variabel pengamatan.
2. Nilai daya gabung umum tertinggi pada 6 tetua menyebar rata. Hal ini menunjukkan bahwa masing-masing tetua memiliki keunggulan dalam karakter yang diinginkan.
3. Hibrida yang memiliki nilai DGK tertinggi pada karakter bobot buah pertanaman ditunjukkan oleh hibrida C5 x F074.
4. Berdasarkan nilai DGK, hibrida yang menunjukkan nilai DGK tertinggi pada karakter kandungan capsaicin yaitu Bara x F9160291, Giant x Yuni, dan F074 x Yuni.
5. Kombinasi F9160291 x Giant memiliki nilai heterosis dan nilai heterobeltiosis yang tertinggi pada karakter bobot buah pertanaman, namun tidak menjadi tertinggi pada nilai DGKnya.

@Hak cipta milik IPBUniversity

IPBUniversity



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPBUniversity.
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPBUniversity.

5.1 Pendahuluan

Cabai merupakan tanaman hortikultura yang banyak diminati oleh masyarakat Indonesia dan memiliki nilai jual yang tergolong tinggi. Mayoritas masyarakat Indonesia menggunakan cabai sebagai bahan baku dalam membuat makanan. Oleh sebab itu kebutuhan cabai di Indonesia bagi golongan ibu-ibu menjadi kebutuhan primer yang harus dipenuhi. Pemenuhan kebutuhan cabai dapat dilihat dari potensi produktivitasnya. Potensi produktivitas cabai menurut Syukur *et al.* (2010a) yaitu lebih dari 20 ton Ha⁻¹, sedangkan jumlah produktivitas cabai besar dan cabai rawit di Indonesia tahun 2016 sebesar 15,16 ton Ha⁻¹. Diperlukan kegiatan pemuliaan tanaman untuk meningkatkan potensi produktivitas cabai di Indonesia.

Pemuliaan tanaman cabai, pada awalnya diarahkan untuk merakit varietas cabai berdaya hasil tinggi. Namun, pada saat ini pemuliaan tanaman cabai diarahkan untuk merakit varietas cabai yang selain berdaya hasil tinggi juga memiliki penampilan yang baik dan tahan terhadap serangan hama, penyakit dan memiliki kepedasan yang tinggi. Kegiatan pemuliaan tanaman secara konvensional dengan membantu penyerbukan pada tanaman cabai dapat menjadi salah satu cara untuk menghasilkan varietas hibrida cabai dengan produksi yang tinggi dan kandungan kepedasan yang tinggi juga. Yora *et al.* (2018) dalam penelitiannya menggunakan persilangan konvensional untuk merakit varietas baru.

Varietas cabai yang dihasilkan di Indonesia didominasi oleh varietas hibrida bukan varietas galur murni. Sebanyak 80% varietas cabai yang dilepas di Indonesia merupakan cabai hibrida. Salah satu penyebabnya diduga karena varietas – varietas tersebut dapat memiliki nilai heterosis yang tinggi (Tian *et al.* 2017). Tujuan dari penelitian ini adalah memperoleh informasi keragaan hibrida hasil silang dialel genotipe cabai hasil persilangan.

5.2 Metodologi Penelitian

5.2.1 Tempat dan Waktu

Percobaan ini dilakukan pada bulan November 2019 sampai Maret 2020 di Kebun Percobaan Leuwikopo, Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor.

5.2.2 Materi Genetik

Materi genetik yang digunakan dalam percobaan ini yaitu 30 hibrida F₁ hasil kombinasi persilangan *full dialel* dari keenam tetua cabai (IPB C5, Bara, F074, Giant, Yuni, F9 160-291-3-12-5-51-1-1-2) dan ditambahkan dengan varietas pembanding komersil (Imperial 10 dan F₁ Gada) sebagai penguji hibrida.



5.2.3 Metode Pelaksanaan

Kegiatan percobaan diawali dengan kegiatan penyemaian. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu 30 hibrid F_1 hasil persilangan dan 2 varietas pembanding. Pemupukan dilakukan setelah bibit berumur 2 minggu setelah semai menggunakan pupuk NPK 15:15:15 (10 g L^{-1} air). Penanaman dilakukan setelah bibit cabai berumur 30 hari setelah semai. Bedengan berukuran $1 \text{ m} \times 5 \text{ m}$ dengan jarak antar bedengan 50 cm. Bedengan ditutup dengan mulsa plastik hitam perak dan dibuat lubang tanam dengan jarak $50 \text{ cm} \times 50 \text{ cm}$.

Kegiatan pemeliharaan yang dilakukan, yaitu penyiraman pada pagi dan sore hari, pemupukan dilakukan setiap satu minggu sekali menggunakan pupuk NPK 15:15:15 (10 g L^{-1} air) sebanyak 250 mL per tanaman, penyemprotan pestisida dilakukan 2 minggu sekali menggunakan fungisida berbahan aktif Mankozebe (2 g L^{-1}) dan insektisida berbahan aktif Prefonofos (2 mL L^{-1}). Pemanenan dilakukan saat cabai telah mencapai tingkat kematangan 75% yang dilakukan setiap minggu selama 8 minggu.

5.2.4 Pengamatan

Pengamatan yang akan dilakukan pada percobaan mengacu pada *Descriptors for Capsicum* (IPGRI 1995) meliputi:

1. Umur berbunga (HST), jumlah hari setelah tanam sampai 50% populasi tanaman setiap bedengan berbunga.
2. Umur panen (HST), 50% tanaman di dalam petak telah mempunyai buah masak pada percabangan pertama.
3. Panjang daun (cm), pengukuran dilakukan terhadap 10 daun dewasa pada percabangan ketiga setelah dikotomus.
4. Lebar daun (cm), pengukuran dilakukan terhadap 10 daun dewasa pada percabangan ketiga setelah dikotomus.
5. Tinggi tanaman (cm), diukur dari pangkal batang sampai titik tumbuh tertinggi, diukur pada panen kedua hingga keempat.
6. Tinggi dikotomus (cm), diukur dari pangkal batang sampai titik percabangan pertama, diukur pada panen kedua hingga keempat.
7. Lebar tajuk (cm), diukur tajuk terlebar pada tanaman cabai, diukur pada panen kedua hingga keempat.
8. Diameter batang (mm), diukur 5 cm dari permukaan tanah, diukur pada panen kedua hingga keempat.
9. Panjang buah (cm), diambil rata-rata 10 buah setiap ulangan pada panen kedua hingga keempat dan diukur dari pangkal sampai ujung buah.
10. Panjang tangkai buah (cm), diambil rata-rata 10 buah setiap ulangan pada panen kedua hingga keempat dan diukur dari pangkal sampai ujung tangkai buah.
11. Diameter buah (mm), diambil rata-rata 10 buah setiap ulangan pada panen kedua hingga keempat dan diukur menggunakan jangka sorong.

12. Tebal daging buah (mm), diambil rata-rata 10 buah setiap ulangan pada panen kedua hingga keempat. Buah dibelah secara melintang dan diukur tebal daging buahnya menggunakan jangka sorong.
13. Bobot per buah (g), diambil rata-rata 10 buah setiap ulangan pada panen kedua hingga keempat dan diukur menggunakan timbangan analitik.
14. Jumlah buah per tanaman, dihitung dengan menjumlahkan total buah tiap panen selama 8 minggu dan dibagi dengan jumlah tanaman sampel.
15. Bobot buah per tanaman (g), dihitung dengan menjumlahkan bobot buah tiap panen selama 8 minggu dan dibagi dengan jumlah tanaman sampel.
16. Kandungan Capsaicin (SHU), Analisis kandungan capsaicin menggunakan *half dialel* dihitung dengan mengambil sebagian buah cabai berwarna merah yang telah masak dan dipanen pada panen kedua dan ketiga. Kandungan capsaicin diambil dari buah cabai utuh (kulit buah, biji, perikarp, plasenta) dengan cara diblender kemudian dianalisis laboratorium menggunakan metode HPLC (*High Performance Liquid Chromatography*).

5.2.5 Analisis Data

Percobaan dilakukan dengan menggunakan rancangan kelompok lengkap teracak (RKLT) faktor tunggal, yaitu genotipe tanaman cabai. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu 30 F₁ hasil persilangan dan 2 varietas pembanding (Imperial 10 dan F₁ Gada). Penelitian dilakukan 3 kali ulangan dan pada masing-masing ulangan terdiri atas 20 tanaman.

Perbedaan genotipe diuji menggunakan uji F dengan taraf nyata 5%. Apabila terdapat berbeda nyata maka dilanjutkan dengan uji lanjut Dunnett taraf 5% kepada setiap varietas pembanding. Model linier dalam analisis ragam berdasarkan Gomez and Gomez (2007) yaitu:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \varepsilon_{ij},$$

Keterangan: Y_{ij} = Nilai pengamatan genotipe ke-i dan ulangan ke-j

μ = Nilai rata-rata umum

α_i = Pengaruh genotipe ke-i (i = 1,2,3,...,35)

β_j = Pengaruh ulangan ke-j (j = 1,2,3)

ε_{ij} = Pengaruh galat percobaan dari genotipe ke-i dan ulangan ke-j

Analisis ragam (Tabel 28) yang digunakan dalam penelitian ini berdasarkan Mattjik dan Sumertajaya (2006), sebagai berikut:

Tabel 28 Analisis ragam

Sumber keragaman	db	JK	KT	F-hitung
Ulangan (r)	r-1	JK _r	JK _r /db _r	
Genotipe (g)	g-1	JK _g	JK _g /db _g	KT _g /KT _e
Galat (e)	(r-1) (g-1)	JK _e	JK _e /db _e	

db = derajat bebas; JK = jumlah kuadrat; KT = kuadrat tengah

Uji lanjut pada perlakuan yang berbeda nyata dilakukan dengan Uji Dunnett pada taraf 5% (Gomez dan Gomez 2007).

$$DLSD = t \left(\frac{\alpha}{2}, p, db \text{ galat} \right) X \sqrt{\frac{2 KTe}{r}}$$

Keterangan: α = taraf nyata (5%)

p = banyaknya perlakuan, tidak termasuk kontrol

r = banyaknya ulangan

KT_e = kuadrat tengah galat

5.3 Hasil dan Pembahasan

Analisis ragam dilakukan untuk mengetahui pengaruh genotipe terhadap karakter-karakter yang diamati. Hasil analisis ragam dibedakan menjadi tiga bagian yaitu: bagian karakter non buah, karakter buah dan karakter kandungan capsaisin. Hasil analisis menunjukkan bahwa terdapat pengaruh nyata pada genotipe terhadap semua variabel pengamatan baik pada karakter non buah (Tabel 29), karakter buah (Tabel 30) maupun karakter kandungan capsaisin (Tabel 31).

Tabel 29 Kuadrat tengah analisis ragam karakter non buah hibrida cabai

Sumber keragaman	db	Kuadrat tengah							
		UMB	UMP	PD	LD	TT	TD	LT	DBT
Ulangan	2	31.5	5.54	3.28	0.16	38.22	1.2	191.84	4.03
Genotipe	31	35.78**	25.2**	2.22**	0.6**	177.13**	16.89**	281.36**	3.12**
Galat	62	4.4	1.25	0.71	0.1	24.73	4.04	46.58	0.6
KK (%)		7.89	1.69	13.78	12.85	9.79	9.34	11.67	9.68

UMB = Umur Berbunga, UMP = Umur Panen, PD = Panjang Daun, LD = Lebar Daun, TT = Tinggi Tanaman, TD = Tinggi Dikotomus, LT = Lebar Tajuk, DBT = Diameter Batang, KK = Koefisien Keragaman, ** = berpengaruh nyata pada $\alpha = 1\%$

Tabel 30 Kuadrat tengah analisis ragam karakter buah hibrida cabai

Sumber keragaman	db	Kuadrat tengah						
		PB	PTB	DBH	TDB	BBT	JBP	BBP
Ulangan	2	1.04	0.83	5.47	0.22	0.51	11.23	5596.26
Genotipe	31	24.76**	0.92**	34.34**	0.19**	33.97**	4198.39**	47151.07**
Galat	62	1.24	0.16	0.74	0.02	0.68	6.89	3607.23
KK (%)		13.44	12.48	8.25	13.16	16.74	3.01	17.58

PB = Panjang Buah, PTB = Panjang Tangkai Buah, DBH = Diameter Buah, TDB = Tebal Daging Buah, BBT = Bobot Buah, JBP = Jumlah Buah Pertanaman, BBP = Bobot Buah Pertanaman, KK = Koefisien Keragaman, ** = berpengaruh nyata pada $\alpha = 1\%$

Tabel 31 Analisis ragam karakter kandungan capsaisin hibrida cabai

Sumber keragaman	db	Kuadrat tengah
Ulangan	1	3168
Genotipe	16	608604154**
Galat	16	406511
KK (%)		1.63

KK = Koefisien Keragaman, ** = berpengaruh nyata pada $\alpha = 1\%$

Tabel 32 Rata-rata karakter non buah pada hibrida cabai

Hibrida	Umur Berbunga	Umur Panen	Panjang Daun	Lebar Daun	Tinggi Tanaman	Tinggi Dikotomus	Lebar Tajuk	Diameter Batang
Bara x C5	29.67	63.33 ^{ab}	5.64	2.30	55.97	21.40	59.68	8.20
Bara x F074	30.33	63.67 ^{ab}	5.97	2.34	52.53	21.87	67.00	7.63
Bara x F9160291	23.00 ^b	64.67 ^{ab}	5.34	2.17	48.66	21.13	62.40	7.91
Bara x Giant	26.33	61.67 ^{ab}	5.53	2.46	42.39	18.62	53.81	6.89
Bara x Yuni	27.33	60.67 ^{ab}	5.34	2.00	63.85 ^a	25.84	75.07	9.04
Bara x C5	32.00	66.33 ^{ab}	6.17	2.52	52.17	22.21	62.46	8.17
Bara x F074	32.33	62.67 ^{ab}	6.19	2.40	55.70	20.62	58.88	8.08
Bara x F9160291	23.33 ^b	67.67	5.01	2.01	49.92	20.37	59.55	8.99
Bara x Giant	27.00	65.67 ^{ab}	6.47	3.00	42.83	19.47	46.18	7.32
Bara x Yuni	20.67 ^{ab}	67.67	7.16	2.75	57.23	20.46	58.84	9.13
Bara x C5	29.33	61.67 ^{ab}	5.87	2.25	54.47	25.83	69.87	7.94
Bara x F074	33.00	64.00 ^{ab}	7.14	3.08	54.20	22.47	61.60	8.24
Bara x F9160291	22.67 ^b	65.00 ^{ab}	5.78	2.35	50.03	25.73	62.43	7.71
Bara x Giant	31.00	66.33 ^{ab}	8.36 ^b	3.68 ^{ab}	46.54	22.32	46.60	6.36
Bara x Yuni	27.00	66.00 ^b	6.29	2.33	58.77	25.35	70.04	7.90
Bara x C5	22.00 ^b	67.00 ^b	5.82	2.40	50.28	21.74	61.76	8.13
Bara x F074	22.67 ^b	67.67	5.67	2.30	46.23	20.36	56.43	8.06
Bara x F9160291	21.67 ^b	67.67	5.23	2.02	45.40	22.94	58.30	7.04
Bara x Giant	25.00	70.00	5.86	2.54	39.55	17.83	48.53	6.28
Bara x Yuni	27.33	69.00	5.71	2.05	58.02	24.00	70.34	9.11
Bara x C5	26.33	65.00 ^{ab}	5.59	2.55	38.36	20.82	43.34	6.46
Bara x F074	24.00 ^b	66.67 ^b	7.04	3.17 ^b	44.50	18.83	55.50	8.04
Bara x F9160291	31.00	66.67 ^b	8.26 ^b	3.58 ^{ab}	44.03	21.02	44.35	6.82
Bara x Giant	28.33	67.67	5.75	2.63	34.66	15.51	46.55	6.82
Bara x Yuni	24.00 ^b	70.33	5.51	2.43	41.14	20.21	36.27	6.30
Bara x C5	29.00	66.00 ^{ab}	5.51	1.66	59.72	20.89	55.94	9.34
Bara x F074	22.33 ^b	66.67 ^b	5.99	2.47	61.67	20.25	66.18	10.21 ^b
Bara x F9160291	25.33	63.00 ^{ab}	7.46	2.54	65.74 ^a	25.12	79.17 ^b	9.75
Bara x Giant	26.00	70.33	5.85	1.90	50.44	21.68	62.77	8.75
Bara x Yuni	24.67	73.00	5.09	2.06	50.51	20.15	50.63	8.30
F ₁ Gada	26.33	69.33	7.22	2.61	50.37	20.95	63.00	8.76
Imperial 10	30.00	70.33	5.56	2.36	59.28	22.22	58.52	8.14

angka yang diikuti oleh huruf a dan b menandakan nilai tengah tersebut berbeda nyata dan lebih baik dibandingkan dengan F₁ Gada dan Imperial 10 berdasarkan uji Dunnett's taraf 5%.

Tabel 32 menunjukkan bahwa nilai tengah karakter non buah hibrida cabai mayoritas tidak berbeda nyata dengan varietas pembanding kecuali pada karakter umur panen. Umur panen menunjukkan mayoritas berbeda nyata dengan varietas pembanding. Hibrida Bara x Yuni menghasilkan umur panen tercepat (60.67 hari) dan berbeda nyata dengan kedua varietas pembanding yang digunakan. Hibrida dengan umur panen terlama ditunjukkan oleh Yuni x Giant (73 hari).

Tabel 33 Rata-rata karakter buah pada hibrida cabai

Hibrida	Panjang Buah (cm)	Panjang Tangkai Buah (cm)	Diameter Buah (mm)	Tebal Daging Buah (mm)	Bobot Buah (g)	Jumlah Buah Pertanaman	Bobot Buah Pertanaman (g)	
Bara	x C5	5.84	3.25	8.96	0.88	2.81	98.74 ^{ab}	274.83
Bara	x F074	6.75	3.10	9.10	0.94	3.15	110.77 ^{ab}	349.11
Bara	x F9160291	3.25	2.77	7.24	0.85	1.07	197.29 ^{ab}	210.48
Bara	x Giant	6.13	3.42	10.34	1.02	3.09	81.89 ^b	253.21
Bara	x Yuni	7.76	3.36	6.05	0.72	2.20	101.30 ^{ab}	222.84
Bara	x Bara	5.96	3.30	11.39 ^b	1.05	3.75	85.22 ^b	320.77 ^a
Bara	x F074	9.58	3.33	13.87 ^{ab}	1.41 ^b	8.94 ^{ab}	78.75	703.07 ^{ab}
Bara	x F9160291	5.71	3.18	10.14	0.98	3.25	92.69 ^{ab}	301.03
Bara	x Giant	9.56	3.59	19.02 ^{ab}	1.64 ^{ab}	13.08 ^{ab}	32.60	424.70
Bara	x Yuni	12.12	4.39 ^a	9.84	1.05	6.49 ^b	73.06	476.54 ^b
F074	x Bara	6.03	2.90	8.89	0.96	2.97	104.80 ^{ab}	311.59
F074	x C5	10.31	4.08 ^a	14.11 ^{ab}	1.30	9.08 ^{ab}	78.57	713.03 ^{ab}
F074	x F9160291	6.63	2.42	9.38	0.87	2.85	105.83 ^{ab}	301.97
F074	x Giant	9.88	3.56	14.47 ^{ab}	1.25	9.77 ^{ab}	40.71	399.36
F074	x Yuni	6.97	2.70	9.84	1.09	3.45	69.65	239.94
F9160291	x Bara	3.48	2.34	6.51	0.81	0.97	187.16 ^{ab}	180.98
F9160291	x C5	5.76	2.70	10.62	1.02	3.45	81.56 ^b	281.16
F9160291	x F074	6.85	2.35	9.13	1.01	2.95	104.84 ^{ab}	308.79
F9160291	x Giant	5.69	2.83	10.77	1.06	3.83	79.83	304.32
F9160291	x Yuni	7.89	2.83	7.30	0.86	2.16	126.71 ^{ab}	273.19
Giant	x Bara	5.35	2.60	8.87	1.01	2.49	81.76 ^b	201.37
Giant	x C5	9.80	3.09	21.03 ^{ab}	1.91 ^{ab}	15.06 ^{ab}	31.83	479.35 ^b
Giant	x F074	10.26	3.76 ^a	12.99 ^{ab}	1.28	8.85 ^{ab}	42.27	402.20
Giant	x F9160291	5.38	2.34	13.15 ^{ab}	1.24	3.94	82.40 ^b	324.00 ^a
Giant	x Yuni	11.41	3.99 ^a	9.48 ^a	0.99	5.07	46.23	234.26
Yuni	x Bara	12.21	3.75 ^a	5.92	0.66	3.31	99.33 ^{ab}	332.78
Yuni	x C5	11.08	3.51	9.32	1.00	4.44	70.92	315.02
Yuni	x F074	13.69 ^a	3.60	8.99	1.03	5.79	76.09	438.39
Yuni	x F9160291	8.16	2.53	6.08	0.83	1.85	131.42 ^{ab}	253.68
Yuni	x Giant	14.24 ^{ab}	3.84 ^a	10.27	1.21	7.59 ^b	38.65	294.45
F ₁ Gada		9.94	2.63	10.54	1.21	6.12	79.01	484.16
Imperial 10		11.29	3.47	9.16	0.96	4.33	73.72	319.71

angka yang diikuti oleh huruf a dan b menandakan nilai tengah tersebut lebih tinggi dan berbeda nyata dengan F₁ Gada dan Imperial10 berdasarkan uji Dunnett's taraf 5%.

Nilai koefisien keragaman (KK) yang dihasilkan dalam analisis ini yaitu 1.69 – 13.78% pada karakter non buah, 3.01 – 16.74% pada karakter buah, dan 1.63% pada karakter kandungan capsaicin. Yunianti *et al.* (2011) berpendapat bahwa nilai koefisien keragaman yang berada dibawah 20% dianggap sebagai batas keterhandalan model rancangan sebuah percobaan. Nilai KK terendah pada karakter non buah ditunjukkan pada umur panen (1.69%) dan tertinggi pada panjang daun (13.78%). Karakter buah yang memiliki nilai KK terendah yaitu

jumlah buah pertanaman (3.01%), sedangkan nilai KK tertinggi terdapat pada bobot buah pertanaman (16.74%).

Nilai tengah pada umur berbunga hibrida yang diuji sebagian besar tidak berbeda nyata dengan varietas pembanding F₁ Gada dan Imperial 10. Umur berbunga hibrida yang dihasilkan menunjukkan nilai yang mirip dengan varietas hibrida yang digunakan. Hibrida Yuni x C5 menunjukkan umur berbunga paling cepat (22.33 hari) yang berbeda nyata dengan varietas pembanding Imperial 10, namun tidak berbeda nyata dengan varietas pembanding F₁ Gada. Hibrida C5 x F074 merupakan hibrida dengan umur berbunga paling lama (32.33 hari) yang berbeda nyata dengan varietas pembanding F₁ Gada, namun tidak berbeda nyata dengan varietas pembanding Imperial 10.

Karakter daun (panjang dan lebar daun) hibrida cabai menunjukkan sebagian besar tidak menunjukkan berbeda nyata dengan varietas pembanding yang diuji. Panjang daun terpanjang dan lebar daun terlebar ditemukan pada hibrida F074 x Giant. Hibrida tersebut berbeda nyata dengan varietas pembanding Imperial 10 pada karakter panjang daun serta berbeda nyata dengan kedua varietas pembanding pada karakter lebar daun.

Rentang tinggi tanaman hibrida yang diamati yaitu antara 34.66 cm hingga 65.74 cm. Tinggi tanaman tidak menunjukkan berbeda nyata dengan varietas pembanding. Nilai tinggi tanaman terbesar terdapat pada hibrida YunixF074 berbeda nyata dengan varietas pembanding F₁ Gada, namun tidak berbeda nyata dengan varietas pembanding Imperial 10. Tinggi dikotomus sebagian besar juga menunjukkan tidak berbeda nyata dengan varietas pembanding. Dikotomus tertinggi ditunjukkan oleh hibrida Bara x Yuni sebesar 25.84 cm. Karakter lebar tajuk dan diameter batang pada Tabel 32 menunjukkan bahwa hibrida sebagian besar tidak berpengaruh nyata terhadap varietas pembanding. Hibrida Giant x Yuni menunjukkan berbeda nyata dengan kedua varietas pembanding pada karakter lebar tajuk dan berbeda nyata dengan varietas pembanding F₁ Gada pada karakter diameter batang.

Panjang buah dan panjang tangkai buah yang dihasilkan oleh hibrida berada pada rentang 3,25 – 14,24 cm dan 2,34 – 4,39 cm. Hibrida yang memiliki panjang buah terbesar dan berbeda nyata dengan varietas pembanding adalah Yuni x Giant dan Yuni x F074. Karakter panjang tangkai buah sebagian besar tidak berpengaruh nyata terhadap varietas pembanding yang digunakan. Ganefianti *et al.* (2017) dalam penelitiannya juga menunjukkan bahwa hibrida cabai H23 yang digunakan memiliki panjang buah, diameter buah, dan bobot buah yang lebih baik dibandingkan dengan varietas pembandingnya

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPBUniversity.

2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPBUniversity.

Tabel 34 Rata-rata karakter kandungan capsaicin pada hibrida cabai

Genotipe			Capsaicin (SHU)
Bara	x	F074	51541.59 ^{ab}
Bara	x	F9160291	78992.58 ^{ab}
Bara	x	Giant	41935.91 ^{ab}
Bara	x	Yuni	55075.08 ^{ab}
C5	x	Bara	31713.96 ^{ab}
C5	x	F074	16933.58
C5	x	F9160291	43984.48 ^{ab}
C5	x	Giant	17833.16
C5	x	Yuni	40216.88 ^{ab}
F074	x	F9160291	47067.30 ^{ab}
F074	x	Giant	16627.49
F074	x	Yuni	51907.71 ^{ab}
Giant	x	F9160291	38317.47 ^{ab}
Giant	x	Yuni	45575.93 ^{ab}
Yuni	x	F9160291	51741.67 ^{ab}
F ₁ Gada			17387.39
Imperial 10			18368.96

SHU = *Scoville Head Unit*, angka yang diikuti oleh huruf a dan b menandakan nilai tengah tersebut lebih tinggi dan berbeda nyata dengan F₁ Gada dan Imperial10 berdasarkan uji Dunnett's taraf 5%.

Hibrida Giant x C5 menghasilkan nilai tertinggi dan berbeda nyata dengan kedua varietas pembanding pada karakter diameter batang, tebal daging buah, dan bobot buah. Diameter batang, tebal daging buah, dan bobot buah hibrida Giant x C5 berturut-turut yaitu: 21,03 mm; 1,91 mm; dan 15.06 mm. Jumlah buah pertanaman yang dihasilkan oleh hibrida ini tergolong sedikit dengan jumlah 31.83 buah yang berbeda nyata dengan kedua varietas pembanding. Jumlah buah pertanaman tertinggi ditunjukkan oleh hibrida hasil persilangan cabai rawit dengan cabai rawit yaitu Bara x F9160291 dan F9160291 x Bara yaitu 197,29 buah dan 187,16 buah yang menjadi jumlah buah pertanaman paling tinggi dibandingkan dengan hibrida lain dan varietas pembanding serta berbeda nyata dengan kedua varietas pembanding. Kedua hibrida ini memiliki kekurangan pada bobot buah, tebal daging buah, dan diameter buah sehingga mengurangi nilai potensi produktivitas.

Potensi produktivitas yang dihasilkan oleh 30 hibrida cabai berada pada kisaran 180,98 g tanaman⁻¹ – 713,03 g tanaman⁻¹. Potensi ini dihitung dengan melihat hasil bobot buah pertanaman yang kemudian dikalikan dengan kapasitas lahan untuk menanam cabai. Nilai tengah tertinggi pada bobot buah pertanaman ditunjukkan oleh hibrida F074 x C5 sebesar 713,03 g tanaman⁻¹. Nilai tersebut berbeda nyata dan jauh lebih tinggi dibandingkan dengan kedua varietas pembanding F₁ Gada maupun Imperial 10.

Tanaman cabai dengan bobot buah pertanaman 500 g tanaman⁻¹ akan menghasilkan potensi produksi sebesar 12 ton ha⁻¹ (Syukur *et al.* 2010b). Hibrida



terbaik yang diuji memiliki potensi yang lebih baik daripada kedua varietas pembandingan yaitu sekitar 17 ton ha⁻¹ dengan kondisi lahan marjinal. Nilai tersebut apabila dikaitkan dengan potensi varietas pembandingan (F₁ Gada) yaitu dari 32 ton ha⁻¹ menjadi 11 ton ha⁻¹, maka dengan demikian apabila hibrida yang diuji ditanam pada lahan yang optimal akan memiliki potensi hasil mencapai 49 ton ha⁻¹.

Tingkat kepedasan yang diuji pada hibrida menunjukkan bahwa sebagian besar hibrida berbeda nyata dan lebih tinggi apabila dibandingkan dengan kedua varietas pembandingan. Hibrida dengan tingkat kepedasan terpedas ditunjukkan pada hibrida hasil persilangan cabai rawit dan cabai rawit yaitu Bara x F9160291. Hibrida dengan nilai potensi produktivitas tinggi (F074 x C5) memiliki nilai tingkat kepedasan yang tidak berbeda nyata dengan varietas pembandingan sebesar 16933,58 SHU. Hibrida yang memiliki potensi untuk dilanjutkan dengan daya hasil tinggi dan tingkat kepedasan yang tinggi yaitu Yuni x F074 sebesar 438,39 g tanaman⁻¹ dan 51907,71 SHU. Ritonga *et al.* (2019) dalam penelitiannya menyatakan bahwa masing-masing hibrida hasil persilangan menimbulkan respon yang berbeda.

5.4 Simpulan

1. Hibrida yang diuji pada umumnya memiliki karakter non buah yang tidak berbeda nyata dengan varietas pembandingan (F₁ Gada dan Imperial 10)
2. Hibrida yang diuji pada umumnya memiliki karakter buah yang berbeda nyata dan lebih tinggi dibandingkan dengan varietas pembandingan (F₁ Gada dan Imperial 10)
3. Hibrida F074 x C5 yang diuji memiliki potensi hasil yang lebih besar daripada varietas pembandingan yaitu sekitar 17 ton ha⁻¹ dan memiliki kandungan capsaicin yang optimal digunakan sebagai rekomendasi industri.
4. Hibrida dengan tingkat kepedasan terpedas ditunjukkan pada hibrida hasil persilangan cabai rawit dan cabai rawit yaitu Bara x F9160291 yaitu sebesar 78992.58 SHU.
5. Hibrida yang memiliki potensi untuk dilanjutkan dengan daya hasil tinggi dan tingkat kepedasan yang tinggi yaitu Yuni x F074.

6 PEMBAHASAN UMUM

Indonesia merupakan negara agraris yang terdiri dari beribu-ribu pulau yang memiliki tingkat kesuburan tanah yang tinggi. Banyak jenis tanaman hortikultura yang dapat dibudidayakan di Indonesia. Salah satu tanaman hortikultura yang dibudidayakan dan memiliki peranan yang penting dalam kehidupan masyarakat yaitu tanaman cabai (Suyanti 2007). Kebutuhan cabai bagi masyarakat Indonesia sangatlah tinggi. Tahun 2016 tercatat konsumsi cabai masyarakat Indonesia sebesar 4,73 kg kapita⁻¹ tahun⁻¹ (BPS 2017). Berbagai persoalan muncul dalam memenuhi besarnya kebutuhan tersebut, diantaranya disebabkan luas lahan yang semakin sempit akibat banyaknya alih fungsi lahan sehingga berpengaruh pada produktivitas tanaman cabai.

Tanaman cabai memiliki banyak manfaat yang dapat diperoleh, salah satunya sebagai bahan pangan yang terdiri dari olahan segar, olahan sederhana untuk bumbu penambah rasa makanan, dan dapat juga menjadi olahan industri seperti industri saus cabai. Selain untuk bahan pangan, tanaman cabai dapat dimanfaatkan dalam bidang pengobatan menjadi bahan dasar pembuatan koyo. Dibidang keamanan tanaman cabai dapat digunakan sebagai pengendali demonstrasi dengan meracik bom cabai agar massa dapat dikendalikan serta tidak anarkis. Manfaat tersebut dapat diperoleh dari kandungan capsaicin pada cabai. Capsaicin merupakan senyawa yang terdapat pada cabai sehingga dapat dimanfaatkan sebagai perasa pedas, pembuat industri obat maupun dalam pertahanan sebagai bom cabai. Sifat panas dan pedas ketika kita mengolah cabai disebabkan karena kandungan capsaicin pada cabai tersebut.

Penelitian pewarisan sifat kandungan capsaicin di Indonesia masih sangat terbatas. Oleh sebab itu, diharapkan dalam penelitian ini dapat dihasilkan informasi pewarisan sifat kandungan capsaicin dan karakter kuantitatif cabai untuk membantu mengatasi permasalahan yang ada serta bermanfaat dalam meningkatkan kesejahteraan masyarakat Indonesia. Penanaman cabai di lapangan dilakukan pada bulan November 2019 hingga Maret 2020. Lokasi penanaman terletak di Kebun Percobaan IPB Leuwikopo. Lahan penelitian merupakan lahan dengan jenis tanah latosol yang telah terus menerus digunakan untuk penanaman cabai mengakibatkan pH tanah turun, sehingga sebelum dilakukan penanaman diberikan kapur sebanyak 0.5 kg pada lubang tanam selain itu lahan diberia dan diaplikasikan basamid selama 2 minggu sebelum penanaman pada permukaan lahan untuk mengatasi penyakit layu bakteri.

Penanaman dilakukan pada musim hujan dengan curah hujan berada pada kisaran 297.9-550 mm bulan⁻¹. Curah hujan tertinggi pada bulan November 2019 (550 mm bulan⁻¹) sedangkan curah hujan terendah pada bulan Maret 2020 (297.9 mm bulan⁻¹). Suhu di sekitar lapang berkisar 25 - 26.2^oC dan kelembaban udara antara 84-88% (Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) kecamatan Dramaga, Kabupaten Bogor 2020). Kegiatan pemindahan tanaman ke lahan percobaan dilakukan pada pertengahan bulan Desember. Prasath *et al* (2007) berpendapat bahwa musim hujan mengakibatkan tanaman cabai lebih banyak



terserang penyakit dibandingkan terserang hama. Penyakit yang banyak ditemukan pada lahan penelitian adalah layu fusarium yang disebabkan oleh cendawan *Fusarium oxysporum*, layu bakteri yang disebabkan oleh bakteri *Pseudomonas solanacearum*, dan antraknosa yang disebabkan cendawan *Colletotrichum spp.* Serangan layu fusarium dan layu bakteri dikarenakan perubahan cuaca yang tidak menentu ditambah kelembapan udara yang tinggi yaitu dapat mencapai 88% pada bulan Januari 2020. Kelembapan udara yang tinggi tersebut dapat meningkatkan penyebaran dan perkembangan penyakit tanaman.

Kegiatan pemuliaan tanaman bertujuan agar memperoleh individu tanaman yang lebih baik daripada sebelumnya. Pemuliaan tanaman bermanfaat dari sudut pandang estetika dan sudut pandang ekonomis (Djati W dan Nandariyah 2011). Kegiatan pemuliaan memungkinkan untuk menjawab persoalan yang ada pada masyarakat. Hasanuzzaman dan Golam (2011) mengemukakan bahwa metode yang tepat untuk memperoleh mekanisme gen yang terlibat pada awal generasi yaitu metode analisis dialel. Metode *full dialel* dapat membentuk sebuah populasi kawin acak yang setimbang menurut keseimbangan Hardy-Weinberg. Metode analisis dialel juga dapat menduga interaksi gen, pengaruh dominansi dan aditif, distribusi gen dan dapat mengetahui nilai heritabilitas arti luas maupun arti sempit (Hayman 1954) serta dapat mengetahui informasi daya gabung umum dan daya gabung khusus hasil persilangan yang telah dilakukan (Singh dan Chaudhary 1979).

Studi pewarisan sifat berguna untuk mengetahui pola pewarisan sifat yang dihasilkan untuk mempermudah kegiatan pemuliaan tanaman. Hasil penelitian (Bab 3 Tabel 7, 8, 9) menunjukkan bahwa karakter produktivitas dan kandungan capsaicin ditemukan aksi gen dominan dan aksi gen aditif yang berpengaruh nyata. Persentase aksi gen aditif berdasarkan nilai heritabilitas menunjukkan bahwa aksi gen aditif lebih besar dibandingkan dengan aksi gen dominan. Hal ini berguna untuk pemilihan materi genetik yang digunakan dalam kegiatan pemuliaan tanaman. Aksi gen aditif menunjukkan bahwa hibrida yang dihasilkan merupakan penambahan dari kedua tetua. Sehingga dalam proses perakitan hibrida disarankan agar menggunakan materi genetik yang memiliki jarak genetik tidak terlalu jauh seperti persilangan cabai rawit dengan cabai besar.

Hibrida yang dihasilkan dengan kandungan capsaicin tinggi direkomendasikan menggunakan tipe cabai rawit karena memiliki kandungan capsaicin lebih tinggi dibandingkan cabai besar maupun cabai keriting. Apabila digunakan tipe cabai dalam kelompok berbeda seperti cabai besar disilangkan dengan cabai rawit maka tingkat kepedasan yang dihasilkan berada di tengah-tengah antara cabai besar dan cabai rawit. Sedangkan untuk merakit hibrida dengan tujuan produktivitas maka direkomendasikan menggunakan tipe cabai besar. Hal ini dikarenakan cabai besar memiliki produktivitas yang tinggi dibandingkan dengan cabai rawit dan cabai keriting.

Keenam tetua yang digunakan dalam penelitian ini yaitu: C5, Bara, F074, Giant, Yuni, dan F9160291. Keenam tetua memiliki keunggulan masing-masing dilihat dari nilai daya gabung umum (DGU) bab 4 pada Tabel 17, 18, dan 19. Tetua C5 memiliki nilai daya gabung umum yang tinggi untuk beberapa karakter yang diamati, diantaranya tinggi tanaman, diameter batang, tebal daging buah, dan

bobot buah per tanaman. Hal ini menunjukkan bahwa apabila ingin merakit suatu varietas baru maka tetua C5 dapat direkomendasikan menjadi tetua agar memperoleh hibrida dengan karakter tinggi tanaman, diameter batang, tebal daging buah dan bobot buah pertanaman yang tinggi.

Tetua F074 direkomendasikan menjadi tetua apabila ingin menghasilkan hibrida dengan karakter umur berbunga, panjang daun dan tinggi dikotomus yang tinggi. Tetua Giant memiliki nilai duga DGU pada karakter umur panen, lebar daun, diameter buah, dan bobot buah. Hal ini menunjukkan bahwa tetua Giant merupakan tetua penggabung umum yang baik untuk menghasilkan tanaman cabai dengan ukuran buah besar dan berat buah yang besar.

Nilai duga DGU karakter lebar tajuk, panjang buah, dan panjang tangkai buah tertinggi ditemukan pada tetua Yuni. Nilai duga DGU dengan karakter jumlah buah pertanaman tertinggi dapat ditemukan pada tetua F9160291. Hal ini menunjukkan bahwa tetua F9160291 merupakan tetua penggabung umum yang baik untuk menghasilkan tanaman cabai dengan kuantitas jumlah panen yang melimpah. Tetua yang direkomendasikan menjadi tetua penggabung umum yang baik untuk menghasilkan tanaman cabai dengan kandungan capsaicin tinggi/tingkat kepedasan yang tinggi adalah tetua Bara. DGU yang memiliki nilai besar dan positif menunjukkan tetua tersebut mempunyai daya gabung baik, sebaliknya nilai DGU yang negatif menunjukkan tetua tersebut mempunyai daya gabung yang lebih rendah dengan tetua lainnya. Persilangan yang baik layaknya dihasilkan dari tetua yang memiliki nilai DGU tinggi (Iriany *et al.* 2011) khusus untuk karakter hasil dan komponen hasil.

Keenam tetua yang terpilih kemudian dilakukan proses hibridisasi buatan dengan bantuan manusia. Tetua C5 dalam pembentukan populasi *full diallel* lebih direkomendasikan menjadi tetua jantan. Hal ini dikarenakan dalam pembentukan populasi, pada saat tetua C5 dijadikan sebagai tetua betina, persentase keberhasilan pembentukan populasi sangat rendah (40%). Hibrida yang dihasilkan dalam penelitian ini berjumlah 30 hibrida dan dilakukan analisis daya gabung khusus. Analisis daya gabung khusus bertujuan untuk merekomendasikan hibrida yang berpotensi dilanjutkan ke generasi berikutnya.

Pemilihan hibrida terbaik memperhatikan nilai duga DGK (daya gabung khusus), nilai heterosis dan nilai tengah suatu karakter yang diinginkan. Pada penelitian ini terlihat bahwa nilai duga DGK tidak selalu sebanding dengan nilai heterosis yang diperoleh. Kondisi ini terjadi karena nilai DGK diduga dari nilai tengah suatu kombinasi persilangan yang dikoreksi dengan nilai tengah kombinasi persilangan lainnya yang memiliki hubungan *half-sib*, sedangkan nilai heterosis diduga dari nilai tengah suatu kombinasi persilangan dengan memperhatikan nilai tengah kedua tetuanya tanpa memperhatikan nilai tengah kombinasi persilangan lainnya yang memiliki hubungan *half-sib*. Efek resiprokal dalam penelitian ini berpengaruh nyata yang berarti antara F_1 dengan F_1 resiprokalnya memiliki perbedaan hasil yang signifikan.



Hibrida C5 x F074 merupakan hibrida yang memiliki nilai daya gabung khusus (DGK) tertinggi pada karakter produktivitas/bobot buah pertanaman yang disajikan pada Bab 4 Tabel 21. Hal ini dikarenakan tetua yang digunakan berasal dari tipe cabai dalam kelompok yang sama (cabai besar). Hibrida yang menjadi resiprokal dari hibrida ini adalah F074 x C5. Hasil menunjukkan bahwa terdapat nilai perbedaan signifikan antara hibrida F074 x C5 dan C5 x F074 (Bab 4 Tabel 21).

Nilai keragaan produktivitas hibrida F074 x C5 lebih tinggi dibandingkan dengan hibrida C5 x F074. Hal ini menunjukkan bahwa hibrida F074 x C5 lebih direkomendasikan sebagai hibrida yang dilanjutkan untuk menghasilkan produktivitas tinggi. Selain ini pertimbangan pemilihan tetua C5 lebih mudah digunakan sebagai tetua jantan dibandingkan dengan tetua C5 digunakan sebagai tetua betina.

Hibrida Bara x F9160291 menjadi hibrida yang direkomendasikan untuk karakter kandungan capsaicin tinggi berdasarkan nilai daya gabung khusus (Bab 4 Tabel 22), nilai heterobeltiosisnya (Bab 4 Tabel 27) dan nilai keragaan hibridanya (Bab 5 Tabel 34). Hal ini menunjukkan bahwa perakitan varietas untuk karakter kandungan capsaicin tinggi diperoleh dari persilangan antara cabai rawit dengan cabai rawit yang dikarenakan aksi gen dalam mengendalikan kandungan capsaicin yaitu aksi gen dominan dan aksi gen aditif dengan persentase berdasarkan nilai heritabilitas aksi gen aditif lebih besar dibandingkan dengan aksi gen dominan.

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPBUniversity.

2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPBUniversity.

7 SIMPULAN UMUM DAN SARAN

Simpulan Umum

1. Kandungan capsaicin dalam penelitian ini dipengaruhi oleh aksi gen dominan dan aksi gen aditif. Berdasarkan persentase nilai heritabilitas, aksi gen aditif lebih besar dibandingkan dengan aksi gen dominan. Perakitan varietas dengan tujuan karakter kandungan capsaicin tinggi digunakan tipe cabai rawit yang memiliki kandungan capsaicin tinggi dibandingkan dengan cabai besar dan cabai keriting.
2. Perakitan varietas yang ditujukan untuk memperoleh hibrida dengan produktivitas tinggi maka digunakan tipe cabai besar dikarenakan cabai besar memiliki produktivitas lebih tinggi dibandingkan cabai rawit dan cabai keriting. Aksi gen yang mempengaruhi karakter produktivitas adalah aksi gen aditif.
3. Hibrida F074 x C5 dipilih menjadi hibrida yang direkomendasikan dilanjutkan karena menunjukkan keragaan produktivitas tinggi dan kandungan capsaicin yang memenuhi persyaratan untuk industri ditunjang dengan persentase keberhasilan tetua C5 sebagai tetua jantan dibandingkan menjadi tetua betina.
4. Hibrida yang diuji pada umumnya memiliki karakter non buah yang tidak berbeda nyata dengan varietas pembanding (F₁ Gada dan Imperial 10) dan umumnya berbeda nyata lebih tinggi pada karakter buah dan kandungan capsaicin.

Saran

Perlu dilakukan analisis dialel dan evaluasi hibrida pada beberapa lokasi agar terpisahkan antara pengaruh interaksi genetik lingkungan terhadap penampilan setiap karakter. Hibrida yang berpotensi untuk dikembangkan lebih lanjut, yaitu C5 x F074, Bara x F9160291, F074 x C5, F074 x Yuni, Giant x Yuni, Yuni x F074, dan Yuni x Giant. Kombinasi tersebut sebaiknya dilakukan pengujian lebih lanjut untuk dikembangkan menjadi varietas hibrida maupun varietas bersari bebas. Program pengembangan untuk karakter yang diamati dapat dikaji lebih lanjut melalui seleksi *pedigree* untuk mendapatkan informasi segregan transgesif dalam pembentukan varietas bersari bebas.





DAFTAR PUSTAKA

- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2017. Luas Panen, Produksi dan Produktivitas Cabai, 2014-2016. <http://www.bps.go.id/>. [10 Maret 2019].
- [IPGRI] International Plant Genetic Resources Institute. 1995. Descriptors for Capsicum (*Capsicum* spp.). Roma (IT). 51p.
- Abdalla MMF, Shafik MM, Sabah MA, Hend AG. 2017. Heterosis, GCA and SCA effects of diallel-cross among six faba bean (*Vicia faba* L.) genotypes. *Asian Research Journal of Agriculture* 4 (4): 1-10.
- Ahmad S, Quamruzzaman AKM, Islam MR. 2011. Estimate of heteosis in tomato (*Solanum lycopersicum* L.). *Bangladesh J. Agril. Res.* 36 (3): 521-527.
- Ali AH, Abubakar AJ, Omar HM, Bhabendra KB. 2019. Study on combining ability and heterosis in maize (*Zea mays* L.) using partial diallel analysis. *Int. J. Plant Breeding and Crop Science* 6 (2): 520-526.
- Amaliah N. 2018. Penentuan kadar capsaicin menggunakan metode kromatografi lapis tipis (KLT) pada cabe katokkon. *Jurnal Sains Terapan* 4 (1): 49-56.
- Amegbor IK, Badu-Apraku B, Annor B. 2017. Combining ability and heterotic patterns of extra-early maturing white maize inbreds with genes from *Zea diploperennis* under multiple environments. *Euphytica* 213: 24. doi: 10.1007/s10681-016-1823-y
- Amiruzzaman M, Islam MA, Hasan L, Kadir M, Rohman MM. 2013. Heterosis and combining ability in a diallel among elite inbred lines of maize (*Zea mays* L.). *Emir. J. Food Agric* 25 (2): 132-137.
- Arce-Rodriguez ML dan Ochoa-Alejo N. 2017. An R2R3-MYB transcription factor regulates capsaicinoid biosynthesis. *Plant Physiol* 174: 1359-1370.
- Basak JK, Qasim W, Okyere FG, Khan F, Lee YJ, Park J, Kim HT. 2019. Regression analysis to estimate morphology parameters of pepper plant in a controlled greenhouse system. *J. Biosyst. Eng.* 44: 57-68.
- Bharati D, Reddy KH, Reddy DM, Lata P, Reddy BR. 2019. Genetik diversity studies for yield, its components and quality traits in blackgram (*Vigna mungo* (L.) Hepper). *J. Res. Angrau* 47 (2): 1-9.
- Bhutia ND, Setha T, Shendeb VD, Duttac S, Arup C. 2015. Estimation of heterosis, dominance effect and genetik control of freshfruit yield, quality and leaf curl disease severity traits of chilli pepper (*Capsicum annum* L.). *Scientia Horticulturae* 182: 47-55.
- Birchler J. 2016. Hybrid vigour characterized. *Nature* 537: 620-621.
- Bisen P, Dadheech A, Namrata, Solanki AKG, Dhakar TR. 2017. Combining ability analysis for yield and quality traits in single cross hybrids of quality protein maize (*Zea mays* L.) using diallel mating design. *J. App. Natural Science* 9 (3): 1760-1766.
- Bosland PW, Votava E. 1999. Peppers: VegeTabels and Spice Capsicums. New York (USA): CABI Publishing 204 p.
- Böttger A, Vothknecht U, Bolle C, Wolf A. 2018. Secondary metabolites in plants: general introduction. In: lessons on caffeine, cannabis & co. learning materials in biosciences. *Springer Cham*.

- Claver AG, Ramiro GO, Ana AF, Maria SAA. 2007. Inheritance of capsaicin and dihydrocapsaicin, determined by HPLC-ESI/MS, in an intraspecific cross of *Capsicum annuum* L. *J. Agric Food Chem* 55: 6951-6957.
- Djati WD, Nandariyah. 2011. Perbaikan sifat tanaman (pemuliaan tanaman). Surakarta (ID): UNS Press dan Fakultas Pertanian UNS.
- El Badawy MM. 2013. Heterosis and combining ability in maize using diallel crosses among seven new inbred lines. *Asian J Crop Sci.* 5: 1-13.
- Eltanti F. 2015. Karakteristik morfologi dan molekuler 18 genotipe cabai hias (*Capsicum annuum* spp.). [Skripsi]. Departemen Agronomi dan Hortikultura. Bogor (ID): Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor.
- Farzane A, Nemati H, Arouiee H, Kakhki AM, Vahdati N. 2012. The estimate of combining and heterosis for yield and yield components in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill). *J. Bio. Environ. Sci* 6 (17): 129-134.
- Ganefianti DW, Fahrurrozi F, Armadi Y. 2017. Hybrid performance testing of chili pepper (*Capsicum annuum* L.) for resistance to yellow leaf curl begomovirus grown in lowland environments. *Sabrao Journal of Breeding and Genetiks* 49 (2): 179-191.
- Gholizadeh A, Dehghani H, Khodadadi M. 2018. Estimation of genetik parameters, general and specific combining ability in Iranian endemic coriander populations. *Plant Genetik Researches* 5 (1) :19-38.
- Gomez KA, Gomez AA. 2007. Prosedur statistika untuk penelitian pertanian. penerjemah Syamsudin E dan Baharsjah JS. Statistical procedurs for agriculture research. Jakarta (ID): UI Press
- Griffing B. 1956. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing system. *Aust J Biol Sci.* 9: 463-493.
- Guzman I, Bosland PW, O'Connell MA. 2011. Heat, color, and flavor compounds in *Capsicum* fruit. In: Gang, D.R. (Ed.), *The Biological Activity of Phytochemicals, Recent Advances in Phytochemistry* 41. Springer, New York (USA): 109-126.
- Hasanuzzaman H, Golam F. 2011. Gene action involved in yield and yield contributing trait of chilli (*Capsicum annuum* L.). *Aust J Crop Sci.* 5 (13): 1868-1875.
- Hayman BI. 1954. The theory and analysis of diallel cross. *Genetiks* 39: 789 – 809.
- Hosana C, Alamerew S, Tadesse B, Menamo T. 2015. Test cross performance and combining ability of maize (*Zea mays* L.) inbred lines at Bako, Western Ethiopia. *Glob. J. Sci. Front. Res.* 15 (4): 1-24.
- Iriany RN, Sujiprihati S, Syukur M, Koswara J, Yunus M. 2011. Evaluasi daya gabung dan heterosis lima galur jagung manis (*Zea mays* var Saccharata) hasil persilangan dialel. *J. Agron. Indonesia* 39 (2): 103-111.
- Kaur S, Kumar R, Kaur R, Singh I, Singh H, Kumar V. 2019. Heterosis and combining ability analysis in Indian mustard (*Brassica juncea* L.). *J. Oilseed Brassica* 10 (1): 38-46.
- Kirana R, Sofiari E. 2007. Heterosis dan heterobeltiosis pada persilangan 5 genotip cabai dengan metode dialel. *J. Hort* 17 (2): 111-117.
- Koeun H, Lee HY, Ro NY, Hur OS, Lee JH, Jin-Kyung K, Byoung-Cheorl K. 2018. QTL mapping and GWAS reveal candidate genes controlling capsaicinoid content in *Capsicum*. *J. Plant Biotechnology* 16: 1546-1558.





- Kusandriani Y, Permadi AH. 1996. Pemuliaan tanaman cabai, hal. 28-31. Editor: Duriat AS, Widjaja A, Hadisoeganda W, Soetiarso TA, Prabaningrum L. Teknologi Produksi Cabai Merah. Lembang (ID): Balai Penelitian Tanaman Sayuran
- Kusandriani Y. 1996. Botani Tanaman Cabai Merah. Editor: Duriat AS, Widjaja A, Hadisoeganda W, Soetiarso TA, Prabaningrum L. Teknologi Produksi Cabai Merah. Lembang (ID): Balai Penelitian Tanaman Sayuran.
- Lara FM, Ileana EM, Ramon PA, Nancy RL, Adolfo GA, Manuel ME. 2008. Influence of nitrogen and potassium fertilization on fruiting and capsaicin content in habanero pepper (*Capsicum chinense* Jacq.). *HortScience* 43 (5): 1549-1554.
- Lee J, Park SJ, Hong SC, Han JH, Choi D, Yoon JB, Havey M. 2016. QTL mapping for capsaicin and dihydrocapsaicin content in a population of *Capsicum annum* 'NB1' 9 *Capsicum chinense* 'Bhut Jolokia'. *Plant Breed.* 135: 376-383.
- Lingga L. 2012. Health secret of pepper. Jakarta (ID): Elex Media Komputindo.
- Mantri SM. 2006. Heterosis and combining ability studies for quality parameter and yield in chili (*Capsicum annum* L.). [Thesis]. Dharwad: Department of Genetik and Plant Breeding, College of Agriculture, University of Agricultural Sciences.
- Mathey MM, Mookerjee S, Mahoney LL, Kazim G, Umesh R, James FH, Philip JS, Vance MW, Nahla VB, Thomas MD, Chad EF. 2017. Genotype by environment interactions and combining ability for strawberry families grown in diverse environments. *Euphytica* 213: 112. doi: 10.1007/s10681-017-1892-6.
- Mattjik AA, Sumertajaya IM. 2006. Perancangan Percobaan dengan Aplikasi SAS dan Minitab. Bogor (ID): IPB Press
- Meena BL, Ranwah BR, Das SP, Meena SK, Kumari R, Khan R, Bhagasara VK, Devi AG. 2017. Estimation of heterosis, heterobeltiosis and economic heterosis in dual purpose sorghum [*Sorghum bicolor* (L.) moench]. *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci* 6 (5): 990-1014.
- Meseka S, Williams WP, Warburton ML, Brown RL, Augusto J, Ortega-Beltran A, Bandyopadhyay R, Menkir A. 2018. Heterotic affinity and combining ability of exotic maize inbred lines for resistance to aflatoxin accumulation. *Euphytica* 214: 184. doi: 10.1007/s10681-018-2254-8.
- Messiaen CM. 1992. The tropics: vegetable garden. New York (USA): ICTA Mac Millan: 234-245.
- Mubarokah N, Hidayat BS, Ummi S. 2016. Kadar capsaicin dua varietas cabai rawit (*Capsicum frutescens* L.) sebagai respon pengaruh dosis pupuk nitrogen. Jember (ID): Berkala Ilmiah Pertanian.
- Nuraeni I dan Tina R. 2018. Review: perkembangan produksi hasil metabolisme sekunder capsaicin dengan berbagai metode in vitro. *Farmaka Suplemen* 16 (1): 231-239
- OECD. 2006. Consensus document on the biology of the *Capsicum annum* complex (Chili peppers, Hot peppers, and Sweet peppers). *OECD Environment, Health, and Safety Publication.* 2 (36): 1-48.

- Ofori AP, Ofori K, Obeng-Antwi K, Tengan KML, Badu-Apraku B. 2015. Combining ability and heterosis estimate of extra-early quality protein maize (QPM) single cross hybrids. *J. Plant breed. crop sci* 7 (4): 87-93.
- Othman ZAA, YBH Ahmed, MA Habila, Ayman AG. 2011. Determination of capsaicin and dihydrocapsaicin in capsicum fruit samples using high performance liquid chromatography. *Molecules* (16): 8919-8929.
- Pandey V, Chura A, Pandey HK, Meena HS, Arya MC, Ahmed Z. 2012. Diallel analysis for yield and yield attributing traits in capsicum (*Capsicum annum* L. var. Grossum Sendt). *VegeTabel Sci.* 39 (2): 136-139.
- Pathak N, Singh M N, Mishra M K, Saroj S K 2014 Estimates of gene effects and detection of epistasis for yield characters in mungbean [*Vigna radiata* (L.) Wilczek]. *J. Food Legumes* 27: 289-292.
- Pawar AK dan Aher BM. 2016. Heterosis and combining ability in sesame (*Sesamum indicum* L.). *Advance in Life Sciences* 5 (4): 223-235.
- Poespodarsono S. 1988. Dasar-dasar Ilmu Pemuliaan Tanaman. Bogor (ID): PAU.
- Prajnanta F. 2007. Agribisnis cabai hibrida. Jakarta (ID). Penebar Swadaya.
- Prasath D, Ponnuswami V, Muralidharan V. 2007. Source of resistance to anthracnose (*Colletotrichum capsici*) diseases in *Capsicum* species. *Indian J Agric Sci.* 77 (7): 473-474.
- Qosim WA, Rachmadi M, Hamdani JS, Nuri I. 2013. Penampilan fenotipik, variabilitas, dan heritabilitas 32 genotipe cabai merah berdaya hasil tinggi. *J. Agron. Indonesia* 41 (2): 140-146.
- Ribeiro A dan da Costa CP. 1990. Inheritance of pungency in *Capsicum chinense* Jacq. (Solanaceae). *Rev. Brasil. Genet.* 13: 815-823.
- Ritonga AW, Syukur M, Chozin MA, Maharijaya A, Sobir. 2019. Different of selection response, genetik advance, and number of transgressive segregants resulting of crossed between shade-loving tomato x shade-sensitive tomato. *Comm Hort J.* 3 (1): 32-38.
- Rostini N, Yenny RF, Hersanti, Anas, Amien S. 2019. Inheritance pattern of capsaicin content of Indonesian chili landraces (*Capsicum annum* L.). *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science* 334. doi: 10.1088/1755-1315/334/1/012018.
- Roy D. 2000. Plant breeding, analysis and exploitation of variation. New delhi (IN): Narosa Publishing House.
- Rubatzky VE dan Yamaguchi M. 1999. Sayuran dunia 3: prinsip produksi, dan gizi. Bandung (ID): ITB Press.
- Rukundo P, Shimelis H, Mark L, Gahakwa D. 2017. Combining ability, maternal effects, and heritability of drought tolerance, yield and yield components in sweet potato. *Front. Plant Sci.* 7 (1981). doi: 10.3389/fpls.2016.01981.
- Saing B dan Reni M. 2018. Pemanfaatan capsaicin dari cabai dalam menghadapi fluktuasi harga cabai di pasaran. *Jurnal Abdimas UBJ:* 40-46.
- Saleem MY, Asghar M, Iqbal Q, Rahman A, Akram M. 2013. Diallel analysis of yield and some yield components in tomato (*Solanum lycopersicum* L.). *Pak. J. Bot.* 45: 1247-1250.
- Santos RMC, do Rêgo ER, Borém A, Nascimento MF, Nascimento NFF, Finger FL, Rêgo MM. 2014. Epistasis and inheritance of plant habit and fruit quality traits in ornamental pepper (*Capsicum annum* L.). *Genet Mol Res* 13.





- Saputra HE, Syukur M, Aisyah SI. 2014. Combining ability and heritability estimation of tomato yield component in full diallel crosses. *J. Agron. Indonesia* 42 (3): 203-209.
- Schmidt P, Hartung J, Bennewitz J, Piepho HP. 2019. Heritability in plant breeding on a genotype-difference basis. *Genetiks* (212): 991-1008.
- Schmidt SB, Jensen PE, Husted S. 2016. Manganese deficiency in plants: the impact on photosystem II. *Trends in Plant Science* 21 (7): 622-632.
- Scoville WL. 1912. Note capsicum. *American Pharmacists Association* 1: 453.
- Sekhar I, Prakash BG, Salimath PM, Channayya, Hiremath P, Sridevi O, Patil AA. 2010. Implications of heterosis and combining ability among productive single cross hybrids in tomato. *Electron J. Plant Breed* 1 (4): 706-711.
- Setiawati W. 2005. Pengelolaan terpadu pada tanaman cabai merah dalam upaya mengatasi penyakit virus kuning. Yogyakarta (ID): Makalah disampaikan pada pertemuan apresiasi penerapan penanggulangan virus cabai.
- Setyowati N, Muktamar Z, Oktiasa S, Dwi WG. 2014. Growth and yield of chili pepper under different time application of Wedelia (*Wedelia trilobata*) and Siam weed (*Chromolaena odorata*) organic fertilizers. *Int. J. Advance Science Engineering Information Technology* 4 (6): 13-16.
- Sigit A. 2007. Pengaruh perbandingan konsentrasi cabai, tomat serta papaya dan konsentrasi xanthan gum terhadap mutu saos cabai. Sumatera (ID): [Skripsi] Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara.
- Singh RK dan Chaudhary RD. 1979. Biometrical methods in quantitative genetik analysis. New Delhi (IN): Kalyani Publishers.
- Sleper DA dan Poehlman JM. 2006. Breeding field crop. Ed ke 8. Iowa: Blackwell Publishing.
- Souza LM, Paterniani MEAGZ, de Melo PC, de Melo AMT. 2013. Diallel cross among fresh market tomato inbreeding lines. *Horticultura Brasileira* 30: 246-251.
- Stewart C Jr, Kang BC, Liu K, Mazourek M, Moore SL, Yoo EY, Kim BD. 2005. The Pun1 gene for pungency in pepper encodes a putative acyltransferase. *Plant J.* 42: 675-688.
- Stewart C Jr, Mazourek M, Stellari GM, O'Connell M, Jahn M. 2007. Genetik control of pungency in *C. chinense* via the Pun1 locus. *J. Exp. Bot.* 58: 979-991.
- Sujiprihati S, Yuniarti R, Syukur M, Undang. 2007. Pendugaan nilai heterosis dan daya gabung beberapa komponen hasil pada persilangan full diallel enam genotipe cabai (*Capsicum annum* L.). *Bul Agron.* 35 (1): 28-35.
- Sukrasmo, Kusmardiyani S, Tarini S, Sugiarto NC. 1997. Kandungan kapsaisin dan dihidrokapsaisin pada berbagai buah *Capsicum*. *J. MS* (2): 28-34.
- Sumpena U. 2013. Penetapan kadar capsaicin beberapa jenis cabe (*Capsicum* sp) di Indonesia. *Mediagro* 9 (2): 9-16.
- Suyanti. 2007. Membuat Aneka Olahan Cabai. Jakarta (ID): Penebar Swadaya.
- Syukur M, Sujiprihati S, Yuniarti R, Darmawan AK. 2010 b. Evaluasi daya hasil cabai hibrida dan daya adaptasinya di empat lokasi dalam dua tahun. *J. Agron. Indonesia.* 38 (1): 43-51.
- Syukur M, Sujiprihati S, Yuniarti R. 2018. Teknik pemuliaan tanaman edisi revisi. Jakarta (ID): Penebar Swadaya.

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPBUniversity.

2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPBUniversity.

- Syukur M, Sujiprihati S, Yuniarti R, Nida K. 2010 a. Pendugaan komponen ragam, heritabilitas, dan korelasi untuk menentukan kriteria seleksi cabai. *J. Hort. Indonesia*. 1 (3): 74-80.
- Syukur M, Yuniarti R, Dermawan R. 2012. Sukses Panen cabai Tiap Hari. Jakarta (ID): Penebar Swadaya.
- Tembhume BV, SK Rao. 2012. Heterosis and combining ability in CMS based hybrid chilli (*Capsicum annuum* L.). *J Agric Sci*. 4 (10).
- Tian HY, Channa SA, Hu SW. 2017. Relationships between genetic distance, combining ability and heterosis in rapeseed (*Brassica napus* L.). *Euphytica* 213: 1. doi: 10.1007/s10681-016-1788-x.
- Undang. 2014. Identifikasi dua spesies cabai rawit dan pewarisan karakter penting pada cabai rawit spesies *Capsicum annuum* L. [Tesis]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Vogt T. 2010. Phenylpropanoid biosynthesis. *Mol. Plant* 3: 2-20.
- Wills R, McGlasson B, Graham D, dan Joyce D. 2007. Postharvest: an introduction to the physiology and handling of fruits, vegetables and ornamentals. 4th ed. Sydney (AUS): University of New South Wales Press.
- Wiryanta BTW. 2003. Bertanam Cabai pada Musim Hujan. Jakarta (ID): Agromedia Pustaka.
- Yagishita N, Hirata Y, Okochi K, Mimura K, Mizukami H, Ohashi H. 1985. Characterization of graft-induced change in capsaicin content of *Capsicum annuum* L. *Euphytica* 34: 297-301.
- Yarnes SC, Ashrafi H, Reyes-Chin-Wo S, Hill TA, Stoffel KM, Van DA. 2013. Identification of QTLs for capsaicinoids, fruit quality, and plant architecture-related traits in an interspecific *Capsicum* RIL population. *Genome* 56: 61-74.
- Yora M, Syukur M, Sobir. 2018. Characterization of phytochemicals and yield components in various okra (*Abelmoschus esculentus*) genotypes. *Biodiversitas* 19 (6): 2323-2328.
- Yunandra, Syukur M, Maharijaya A. 2018. Inheritance study for yield components of pepper (*Capsicum annuum* L.). *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science* 196. doi:10.1088/1755-1315/196/1/012009.
- Yuniarti R, Sastrosumarjo S, Sujiprihati S, Surahman M, Hidayat SH. 2011. Diallel analysis of chilli (*Capsicum annuum* L.) resistance to *Phytophthora capsica* Leonian. *J. Agron Indonesia* 39 (3): 168-172.
- Zewdie Y dan Bosland PW. 2000. Capsaicinoid inheritance in an interspecific hybridization of *Capsicum annuum* x *Capsicum chinense*. *J. Am Soc Hort Sci* 125: 448-453.
- Zhang X, Yong H, Zhou Z, Zhang C, Lu M, Sun Q, Zhang L, Li M, Zhang D, Weng J, Hao Z, Zhang S, Wang Z, Li X. 2017. Heterosis and combining ability of seven maize germplasm populations. *Euphytica* 213: 45. doi: 10.1007/s10681-016-1831-y.
- Zhang ZX, Zhao SN, Liu GF, Huang ZM, Cao ZM, Cheng SH, Lin SS. 2016. Discovery of putative capsaicin biosynthetic genes by RNA-Seq and digital gene expression analysis of pepper. *Sci. Rep.* 6: 34121.





RIWAYAT HIDUP



@Hak cipta milik IPB University

Penulis dilahirkan di Surakarta pada tanggal 26 Juli 1996 dari Bapak Sahid Teguh Widodo dan Ibu Ninik Suspriyati. Penulis adalah putra sulung dari tiga bersaudara. Penulis menyelesaikan pendidikan sekolah menengah atas di SMA Negeri 04 Surakarta pada tahun 2014. Selepas lulus dari SMA, penulis melanjutkan Pendidikan sarjana Program Studi Agroteknologi, Universitas Sebelas Maret Surakarta dan lulus pada tahun 2018 dengan predikat cumlaude. Penulis langsung melanjutkan ke jenjang selanjutnya (Magister) pada Program Studi Pemuliaan dan Bioteknologi Tanaman, Institut Pertanian Bogor.

Penulis merupakan anggota aktif dari Perhimpunan Ilmu Pemuliaan Indonesia (PERIPI) sejak Mei 2019 hingga sekarang. Selain itu penulis juga aktif dalam diskusi ilmiah pemuliaan tanaman bertemakan Urban Farming yang dikelola oleh PT Primakelola Institut Pertanian Bogor.

Selama menjalani masa kuliah magister, penulis aktif mengikuti beberapa seminar nasional dan internasional sebagai peserta. Karya ilmiah yang telah dihasilkan penulis berjudul “Diversity of capsaicin content, quantitative, and yield components in chili (*Capsicum annuum* L.) genotypes and their F₁ hybrid” telah diterima pada Jurnal Internasional terindeks scopus Q3 (Biodiversitas) dan telah diterbitkan pada bulan Mei 2020. Penulis juga sudah mempersiapkan karya tulis ilmiah lainnya yang akan di submit ke Jurnal Internasional terindeks scopus Q3 (SABRAO Journal) dalam bulan Juni 2020.